



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

物流學博士 學位論文

정기선사의 항로를 이용한 항만네트워크 특성에 관한
연구

A study for the feature of port network using liner shipping

指導教授 辛 昌 勳

2014年 2月

韓國海洋大學校 大學院

東北亞物流시스템學科

李 芝 媛

本 論文을 李芝媛의 物流學博士 學位論文으로 認准함.

委員長 工學博士 申 宰 榮 印

委 員 工學博士 權 文 圭 印

委 員 工學博士 宋 在 永 印

委 員 工學博士 金 玆 聖 印

委 員 工學博士 辛 昌 勳 印

2013年 12月

韓國海洋大學校 大學院

東北亞物流시스템學科

- 목 차 -

| | |
|-----------------------------------|------------|
| 제 1 장 서 론 | 1 |
| 제 1 절 연구의 배경 및 목적 | 1 |
| 제 2 절 연구의 방법 및 범위 | 3 |
| 제 2 장 세계해운환경 | 4 |
| 제 1 절 주요 컨테이너 항만의 환경 | 4 |
| 제 2 절 주요 정기선사의 해운네트워크 환경 | 7 |
| 제 3 장 이론적 고찰 | 10 |
| 제 1 절 항만 경쟁 | 10 |
| 제 2 절 전략적 제휴 | 13 |
| 제 3 절 네트워크 분석 | 19 |
| 제 4 장 분석 | 25 |
| 제 1 절 네트워크 분석 | 25 |
| 제 2 절 네트워크 분석결과 | 39 |
| 제 3 절 선사 Alliance-네트워크 분석결과 | 94 |
| 제 4 절 항만 생산성 분석 | 106 |
| 제 5 절 항만 생산성에 대한 네트워크의 영향분석 | 109 |
| 제 5 장 결론 | 110 |
| 제 1 절 연구결과와 요약 | 110 |
| 제 2 절 연구의 시사점 및 한계점 | 111 |

- 표 목 차 -

| | |
|--|----|
| (표 4-1) 세계 20위 선사의 운영현황 | 26 |
| (표 4-2) 세계 30대 항만 컨테이너 처리실적 | 27 |
| (표 4-3) 네트워크 속성 | 34 |
| (표 4-4) 선사별 네트워크 특성 | 40 |
| (표 4-5) 2010년 전체 선사네트워크의 중심성 | 42 |
| (표 4-6) 2011년 전체 선사네트워크의 중심성 | 43 |
| (표 4-7) APMM의 2010년 항로 중심성 | 47 |
| (표 4-8) APMM의 2011년 항로 중심성 | 48 |
| (표 4-9) MSC의 2010년 항로 중심성 | 52 |
| (표 4-10) MSC의 2011년 항로 중심성 | 53 |
| (표 4-11) CMA CGM의 2010년 항로 중심성 | 57 |
| (표 4-12) CMA CGM의 2011년 항로 중심성 | 58 |
| (표 4-13) APL의 2010년 항로 중심성 | 62 |
| (표 4-14) APL의 2011년 항로 중심성 | 63 |
| (표 4-15) Evergreen의 2010년 항로 중심성 | 67 |
| (표 4-16) Evergreen의 2011년 항로 중심성 | 68 |
| (표 4-17) Hapag-Lloyd의 2010년 항로 중심성 | 72 |
| (표 4-18) Hapag-Lloyd의 2011년 항로 중심성 | 73 |
| (표 4-19) COSCO의 2010년 항로 중심성 | 77 |
| (표 2-20) COSCO의 2011년 항로 중심성 | 78 |
| (표 4-21) CSAV의 2010년 항로 중심성 | 82 |
| (표 4-22) CSAV의 2011년 항로 중심성 | 83 |
| (표 4-23) CSCL의 2010년 항로 중심성 | 87 |

| | |
|---|-----|
| (표 4-24) CSCL의 2011년 항로 중심성 | 88 |
| (표 4-25) Hanjin의 2010년 항로 중심성 | 92 |
| (표 4-26) Hanjin의 2011년 항로 중심성 | 93 |
| (표 4-27) CKYH의 2011년 항로 중심성 | 96 |
| (표 4-28) New World Alliance의 2011년 항로 중심성 | 100 |
| (표 4-29) Grand Alliance의 2011년 항로 중심성 | 104 |
| (표 4-30) 항만 생산성 분석을 위한 투입 및 산출 변수 | 106 |
| (표 4-31) 항만 생산성 분석 결과와 입출력 변수 데이터 | 108 |
| (표 4-32) 생산성과 네트워크 지표와의 상관관계 | 109 |



- 그 림 목 차 -

| | |
|---|----|
| (그림 2-1) 세계 경제 성장률 전망 | 4 |
| (그림 2-2) 세계 컨테이너 물동량 전망 | 5 |
| (그림 2-3) 세계 국가별 컨테이너 처리 실적 | 5 |
| (그림 2-4) 연도별 세계 컨테이너선박 평균선형 추이 | 6 |
| (그림 2-5) Alliance 현황 변화추이 | 8 |
| (그림 4-6) APMM의 2010년 연결 중심성 MAP | 45 |
| (그림 4-7) APMM의 2011년 연결 중심성 MAP | 46 |
| (그림 4-8) MSC의 2010 연결 중심성 MAP | 50 |
| (그림 4-9) MSC의 2011년 연결 중심성 MAP | 51 |
| (그림 4-10) CMA CGM의 2010년 연결 중심성 MAP | 55 |
| (그림 4-11) CMA CGM의 2011년 연결 중심성 MAP | 56 |
| (그림 4-12) APL의 2010년 연결 중심성 MAP | 60 |
| (그림 4-13) APL의 2011년 연결 중심성 MAP | 61 |
| (그림 4-14) Evergreen의 2010년 연결 중심성 MAP | 65 |
| (그림 4-15) Evergreen의 2011년 연결 중심성 MAP | 66 |
| (그림 4-16) Hapag-Lloyd의 2010년 연결 중심성 MAP | 70 |
| (그림 4-17) Hapag-Lloyd의 2011년 연결 중심성 MAP | 71 |
| (그림 4-18) COSCO의 2010년 연결 중심성 MAP | 75 |
| (그림 4-19) COSCO의 2011년 연결 중심성 MAP | 76 |
| (그림 4-20) CSAV의 2010년 연결 중심성 MAP | 80 |
| (그림 4-21) CSAV의 2011년 연결 중심성 MAP | 81 |
| (그림 4-22) CSCL의 2010년 연결 중심성 MAP | 85 |
| (그림 4-23) CSCL의 2011년 연결 중심성 MAP | 86 |

| | |
|---|-----|
| (그림 4-24) Hanjin의 2010년 연결 중심성 MAP | 90 |
| (그림 4-25) Hanjin의 2011년 연결 중심성 MAP | 91 |
| (그림 4-26) CKYH의 2011년 연결 중심성 MAP | 95 |
| (그림 4-27) CKYH-구주항로 MAP | 97 |
| (그림 4-28) New World Alliance의 2011년 항로 연결 중심성 MAP | 99 |
| (그림 4-29) New World Alliance-구주항로 MAP | 101 |
| (그림 4-30) Grand Alliance의 2011년 항로 연결 중심성 MAP | 103 |
| (그림 4-31) Grand Alliance-구주항로 MAP | 105 |



A study for the feature of port network using liner shipping

Lee, Ji Won

Department of Logistics in Northeast Asia
Graduate School of Korea Maritime University

Abstract

The Shipping companies have been using different managerial strategies to survive through competitive ages. This study analyzes network of regular liner's sea route. A ports' success varies influenced majorly by the countries' economical growth. However, ports are also chosen by the shipping companies for their convenience. Therefore, ports need to be assessed in network point of view.

By analyzing shipping company's route network, the study assess the centrality of the port. It allows ports' competitive edge to be re-evaluated, enabling shipping companies to come up with new strategies. This study assessed significance of marine transport and its characteristics and differences of one another. Also it examines previous studies regarding competition relationship between centrally located ports and alliances of shipping companies.

C.I (Containerization International) Year-Book's data of year 2010 and 2011 was used to analyze shipping companies sea route network. Top 10 shipping companies' frequently used port and it's pattern was empirically analyzed and structural characteristics and centrality is evaluated using SNA. Based on the data, DEA analysis was performed to valuate the efficiency and network of the ports.

Significance of this research is that it performed analysis of network of alliances' relationship to re-evaluate ports centrality. Also, social network analysis of marine transport industry was not previously been studied thoroughly that it will be useful preliminary research in the future.



제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경 및 목적

항만의 본질은 해양네트워크 및 육상 네트워크를 연결하는 것이다(Weigend, 1958; Vigarie, 1968). 항만은 넓은 의미에서의 선박을 이용하여 해상수송 기능을 수행하고, 좁은 의미에서의 해운과 함께 육상운송과 해상운송의 연결점에 위치하여 터미널의 역할을 수행함을 일컫는다(이철영, 1998).

항만은 환경적인 요소들과, 서비스 품질, 기술 개발들로 있어서 발전할 수 있는 요소들을 가지고 있다. 이에 국가간의 교류가 활발해지고 선박의 운송시장이 활성화됨에 따라 항만은 선사와 화주의 관심을 받고 경쟁력을 갖기 위해서 노력해야한다.

1980년대까지 2,000-3,000teu급이 주력선대로 운영되던 컨테이너 수송시장에서 1990년대 들어 4,500teu급의 대형 선박이 집중 투입되면서 선박의 대형화, 고속화가 가속되었다. 이러한 시장의 움직임에 따라 컨테이너 선사들은 M&A 등을 통해서 자생하는 방안을 찾고자 하는 움직임이 일어나고 있다.

전 세계 해운 물동량의 20%를 차지하고 있는 Maersk가 P&O Nedlloyd를 인수 합병 함으로서 시장 지배력을 확대하였고, 뒤이어 CMA CGM이 Delmas와의 M&A에 성공하였다. 이에 따라 세계 5위-12위의 중대형 선사들은 전략적 제휴집단을 형성해서 1-4위 선사들을 견제하기 위해 alliance(the new world Alliance, Grand alliance, CKHY등)를 구성했다.

컨테이너 선사간 협력은 선박을 임차하거나 서로 교환하는 방식으로 단순협력의 모습이었으나 선박의 대형화에 따라 항로, 전용터미널, 물류시설, 서비스 노하우, 시장정보들을 함께 가용하고 있는 형태로 나타나고 있다. 이에 따라 정기선 시장에 거대 선사와 중대형선사들의 alliance로 인해 경쟁의 흐름이 더욱 치열해질 것으로 전망된다. 이를 통해서 이용 선사 간의 가용선박이 증가하고,

서비스 범위가 전 세계로 확장되어서 수익창출 및 빠른 서비스를 통한 고객 확보 등의 시너지 효과를 얻게 될 것이다. 또한 신규선박 투자비용 및 선박 운항 비용감축, 터미널에 대한 투자비용 및 운영비용 절감, 선박당 선적을 저하 등의 위험 감소화, 시장 장악력 강화 등의 이점을 가지고 올 것이다.

선사들은 경쟁시대에서 생존하기 위해서 다양한 방식의 경영을 통해서 성장해 왔다. 본 연구에서는 정기 선사들의 항로를 네트워크 구조적으로 분석하고자 한다. 항만은 국가나 경제성장을 등에 의해서 물동량에 많은 영향력을 받고 있다. 하지만 이러한 항만 역시도 기항하는 선사들에 의해 선택받거나 이용되는 대상이다. 따라서 선사들의 네트워크 분석을 통해서 항만의 경쟁력 강화방안도 모색할 수 있을 것으로 보인다.



제 2 절 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 정기선사의 항로를 이용해서 네트워크의 특성에 대해서 알아보고자 한다. 각 선사들의 항로를 이용하여 네트워크 분석을 항만의 중심성을 분석하고자 한다. 이를 통해서 항만의 경쟁력을 새롭게 평가할 수 있을 것이며, 이를 통해서 선사들은 새로운 전략을 세울 수도 있을 것이다.

해운 네트워크의 의미와 실제로 각 선사별로 해운네트워크의 특성은 어떤 차이점 및 네트워크의 중심이 되는 항만간의 경쟁관계 및 정기 선사들의 얼라이언스에 대한 선행연구를 살펴보았다. 정기 선사들의 항로를 분석하기 위해서는 SNA의 중심성 분석을 수행하였다.

본 연구에서 이용된 데이터는 C.I(Containerization International) Year-book의 2010년과 2011년 데이터를 사용하여 세계 상위 10대 선사가 취항하는 항만의 기항패턴을 분석하고 항만의 구조적 속성을 파악하고자 한다.

본 연구는 총 5장으로 구성되어 있으며 각 장에 대한 세부 내용은 다음과 같다. 제 1장 서론은 연구의 배경과 목적을 설명하고 연구의 방법 및 범위를 제시하고 있다. 제 2장에서는 정기선 해운네트워크의 개념과 연계성에 대한 내용을 파악하고 선사 alliance의 현황에 대해서 검토했다. 제 3장에서는 항만 및 선사의 alliance에 대한 선행연구를 살펴보고 네트워크 이론을 체계화 하였다. 제 4장은 실증분석 부분으로 SNA를 이용하여 전 세계 항만 네트워크의 구조적 특성과 중심성을 분석하였다. 마지막으로 결론에서는 연구의 요약과 향후 연구방향 및 한계점을 제시하였다.

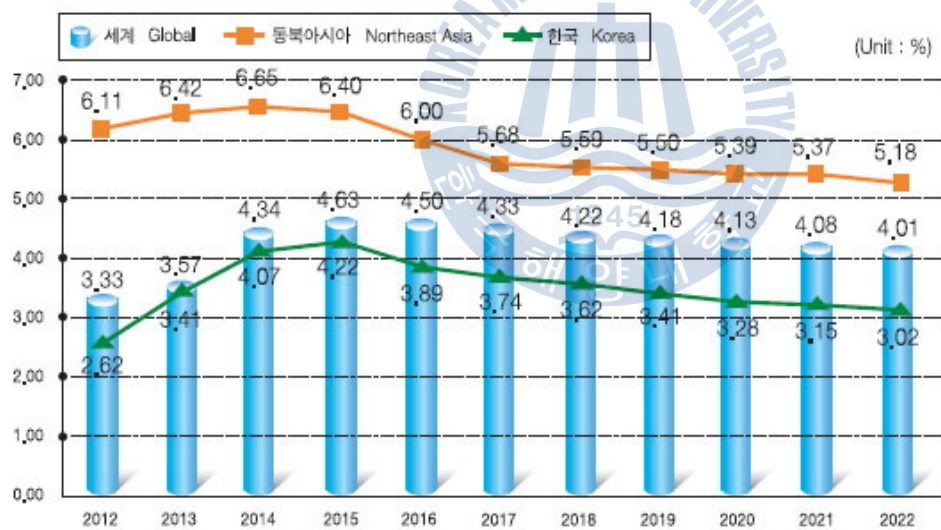
제 2 장 세계해운환경

제 1 절 주요 컨테이너 항만의 환경

1. 세계 컨테이너 물동량의 변화

글로벌 경제는 2010년 4.1%의 GDP 성장률을 기록한데 비해 2011년에는 2.7%의 성장을 기록하였다. 유럽의 재정위기와 더불어 미국의 더딘 경제회복 및 선진 경제 국가들이 직면한 여러 가지 어려움은 글로벌 경제의 저성장 요인으로 작용하고 있다. Global Insight(2012)에 따르면 세계 경제 성장률은 약 4%로 예상되며 동북아 지역은 약 4%로 전망된다.

(그림 2-2) 세계 경제 성장률 전망



자료 : Global Insight, 2012

세계 컨테이너 물동량은 연평균 약 7%의 성장률이 예상되며 동북아 지역의 경우는 약 8%로 전망된다. 미국의 금융위기로 2009년에는 하락하였지만 계속 꾸준한 증가세를 보이고 있다. 물동량은 세계 경제의 흐름을 반영하고 있다.

(그림 2-3) 세계 컨테이너 물동량 전망



자료 : Container Market - Drewry, 2012

세계 국가별 컨테이너 실적은 중국이 1위를 차지하고 있다. 그 뒤를 이어 2위 미국, 3위 싱가포르, 4위에 한국이 위치하고 있다. 한국과 말레이시아는 큰 차이가 없어 한국의 컨테이너 처리량에 좀 더 경쟁력 강화가 필요하다고 보인다.

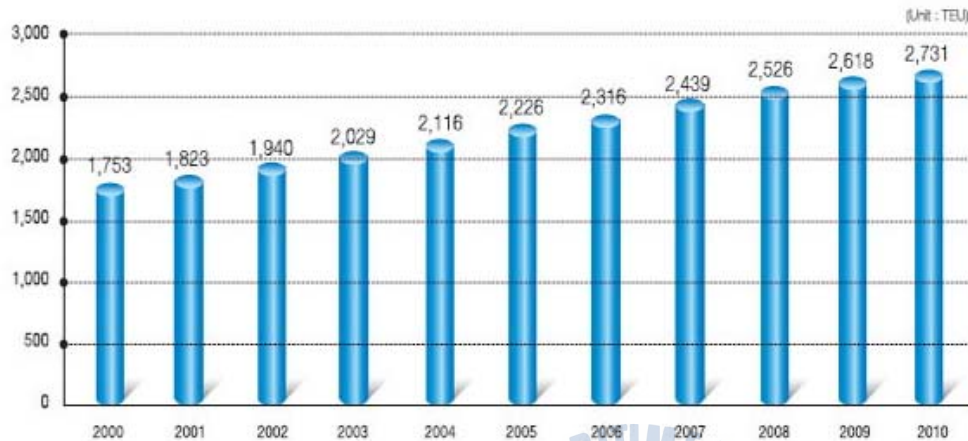
(그림 2-4) 세계 국가별 컨테이너 처리 실적

| 순위 Rank | 국가명 Country | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 중국 China | 40,984 | 44,726 | 55,717 | 61,898 | 74,725 | 89,847 | 108,225 | 128,597 | 139,453 | 127,016 | 148,802 |
| 2 | 미국 USA | 27,315 | 27,308 | 29,677 | 32,689 | 34,902 | 38,498 | 40,875 | 41,625 | 39,319 | 31,285 | 35,601 |
| 3 | 싱가포르 Singapore | 17,096 | 15,573 | 16,986 | 18,441 | 21,329 | 23,192 | 24,792 | 27,932 | 29,918 | 26,593 | 29,179 |
| 4 | 한국 Korea | 9,030 | 9,287 | 11,720 | 13,050 | 14,363 | 15,113 | 15,711 | 16,640 | 17,748 | 16,099 | 18,947 |
| 5 | 말레이시아 Malaysia | 4,642 | 6,225 | 8,752 | 10,210 | 11,511 | 12,198 | 13,102 | 14,873 | 16,030 | 15,326 | 18,047 |
| 6 | 일본 Japan | 13,130 | 13,127 | 13,501 | 15,056 | 16,436 | 17,055 | 18,274 | 19,008 | 18,944 | 15,756 | 17,727 |
| 7 | 아랍에미리트 UAE | 5,056 | 5,082 | 5,872 | 6,955 | 8,662 | 9,852 | 10,967 | 13,160 | 14,756 | 14,401 | 15,153 |
| 8 | 독일 Germany | 7,696 | 8,427 | 9,253 | 10,943 | 12,479 | 13,599 | 15,053 | 16,713 | 17,718 | 12,765 | 14,268 |
| 9 | 타이완 Taiwan | 10,511 | 10,426 | 11,605 | 12,087 | 13,029 | 12,791 | 13,102 | 13,722 | 12,971 | 11,405 | 12,501 |
| 10 | 네덜란드 Netherlands | 6,407 | 6,227 | 6,798 | 7,294 | 8,482 | 9,472 | 10,044 | 11,287 | 11,362 | 10,066 | 11,206 |

자료 : Containerization international Yearbook, annual issues

컨테이너 선박은 전 세계적으로 대형화를 실현하고 있다. 부산항에도 2013년 Maersk사의 1만 6천 TEU급의 선박이 입항하면서 연간 처리 물동량이 9만 TEU에 달하고 있다. 이렇듯 선박의 대형화로 인해 입항하는 항만의 처리 물동량에도 영향을 미치게 되었으며 선사의 운항형태도 변화하게 되었다.

(그림 2-5) 연도별 세계 컨테이너선박 평균선형 추이



자료 : Shipping statistics, annual issues



제 2 절 주요 정기선사의 해운네트워크 환경

1. 해운선사의 현황

최근 몇 년 동안 1만 TEU급 이상 초대형선 발주에 따른 인도가 이어지고 있다. 2006년 1만 5,500TEU급 엠마 머스크(Emma Maersk)호로 시작된 1만 TEU급 이상 초대형선 인도는 해가 갈수록 늘고 있다. 2006년 초대형 선 인도 원년에 3척, 2007년 4척, 2008년 6척, 2009년 12척에 이어 2010년 에는 25척으로 크게 늘었다. 그리고 2011년 4월까지 인도된 선박은 7척이다. 이에 따라 최근까지 인도된 1만 TEU급 초대형선은 모두 57척에 달한다.

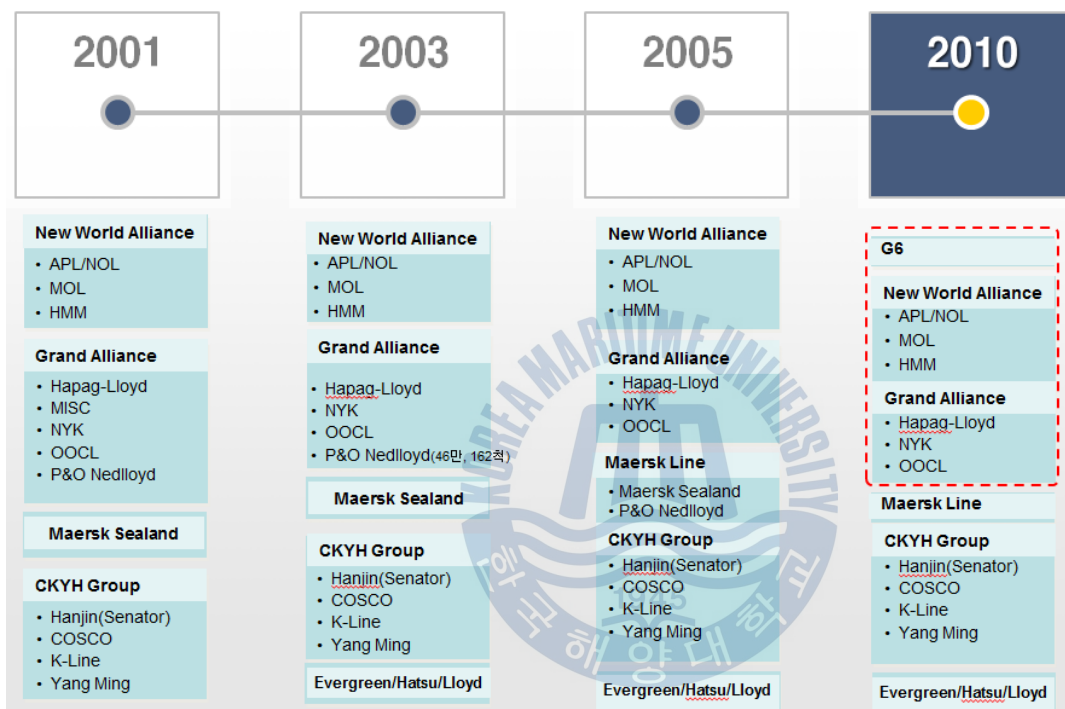
특히 이 같은 발주는 선박량 순위 3위권 선사들에 집중되고 있다. 2006~2011년 중 초대형선 인도를 가장 많이 받은 선사는 세계 순위 2위 인 MSC로 모두 27척의 초대형선을 인도받았다. 다음으로는 세계 3위인 CMA CGM이 15척, 세계 1위 머스크 라인(Maersk Line)이 14척, 그리고 중국의 세계 10위 China Shipping이 1척을 2011년 초에 인도받았다. 이에 따라 컨테이너선 시장에 있어 상위권 선사의 마켓이 더욱 늘고 이들의 시장집중도가 높아지고 있다는 점이 이슈가 되고 있다.

그러나 컨테이너선 시장에 대한 시장집중도를 정확히 측정한 내용이 아직까지 없는 실정이다. 컨테이너선 시장에 대한 시장집중도 평가가 중요한 이유는 향후 컨테이너선 시장에 있어 우리나라 선사들의 대응 방향을 설정하는데 매우 유용하기 때문이다. 독점이나 과점적 시장은 경쟁시장에 비해 시장구조와 선사들의 행동이 매우 다르기 때문에 이를 파악하는 것은 선사의 전략에 매우 중요한 정보로 활용된다. 한편, 독점적이나 과점적이냐는 시장구조에 따라 가격 결정 구조가 달라짐에 따라 시장구조는 해운시황의 예측에도 영향을 미친다고 볼 수 있다(김태일, 2011).

2011년 9월부터 시작하는 머스크선사의 데일리서비스에 대응하기 위하여 MSC와 CMA CGM의 협력, Grand Alliance와 New World Alliance의 협력 CKYH와 Evergreen선사의 협력등 선사들의 연합이 변화된 요인이다.

또한 2013년 8월부터는 머스크선사와 MSC, CMA CGM등이 alliance를 형성하여 P3를 출범하였으며 이는 해운시장에 새로운 궤도가 형성될 것으로 보인다.

(그림 2-6) Alliance 현황 변화추이



자료 : 부산항만공사

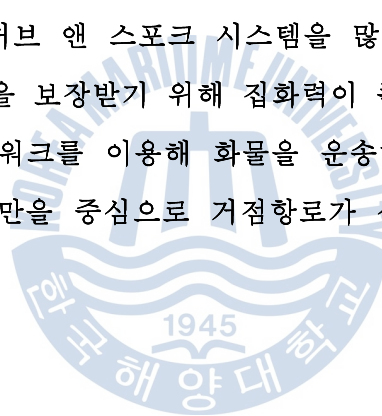
이러한 해운시장의 환경변화에 선사들은 각자가 보유하고 있는 자원을 기반으로 수평적이고 단순한 선사들 간의 alliance 관계를 넘어 유연한 관계와 서로 도움이 되는 수직적 수평적 네트워크를 형성하기 위한 전략을 마련해야 할 필요가 있다.

2. 정기선 해운네트워크의 의의

세계 정기선 시장의 해상운송 수요는 2007년 약 143만teu이었으며 연평균 9.1%로 증가하고 있다. 해운은 세계 경제와 교역의 호조에 힘입어 지속적인 증가세를 나타내었으며, 이에 대응하여 선박의 공급 역시 커다란 성장세를 기록하고 있다(이상윤, 2012).

일반적인 네트워크는 연결점인 노드(node)와 연결선인 링크(link)로 이루어져 있다. 정기선 해운네트워크에서는 연결점인 노드를 항만, 링크를 선박의 항로로 의미하였다. 이러한 네트워크는 세계 경제에 영향을 받으며 물동량으로 대변하고 있다. 기항하고 있는 국가의 정치 경제적 상황에 많은 영향을 받고 있기 때문이다.

정기선 해운 네트워크가 가지고 있는 의미는 여러 가지 관점에서 중요한 의미를 가진다고 볼 수 있다. 정기선 해운 네트워크는 다양한 형태로 발달해 왔으며 선박의 대형화로 인해서 허브 앤 스포크 시스템을 많이 사용하고 있다. 이는 선사들이 안정적인 수익성을 보장받기 위해 집화력이 큰 항만에 직접 기항하고 인근항만에는 피더 네트워크를 이용해 화물을 운송하게 되는데, 이에 따라 일반적으로 기존의 대형항만을 중심으로 거점항로가 성립되는 이유라고 볼 수 있다.



제 3 장 이론적 고찰

제 1 절 항만 경쟁

해운 네트워크에서 기항하는 항만의 역할이 중요하게 인식되면서 항만의 경쟁력에 관한 연구가 여러 분야에서 진행되었다. 선사들이 항만을 선택하게 되고, 이에 따라 항만은 실질적인 물동량 증가와 연계되기 때문에 항만의 경쟁력 연구는 해운 네트워크 변화에 상당히 영향력을 끼칠 것으로 보인다.

1. 항만경쟁

항만경쟁(Ports Competition)이란 경쟁대상이 되는 다른 항만과의 비교경쟁 우위를 취할 수 있도록 차별화된 전략대안을 개발하고 실행하는 상태를 말하며 일국의 항만이 비교대상국의 항만에 비하여 비교우위에 있는 제반요소 및 요인들의 총체적인 결합이라 할 수 있다(강동준,2013).

Heaver(1995)는 항만경쟁이란 항만의 의 능력이나 수준을 뛰어넘어 능가하려고 노력하는 상태를 의미하고 이런 능력이 있을 경우 경쟁력이 존재함을 인정할 수 있으며 이를 항만에 적용하여 항만 간 경쟁을 주도하고 다른 항만을 이길 수 있는 힘을 항만 경쟁력이라 정의하였다.

Van de Voorde et al.(2001)은 항만경쟁이란 항만물류시스템을 구성하는 주체들이 물동량 창출을 위한 제반 작업과 하역 및 항만운영과 관련된 부가서비스 등의 효율적인 활동을 통하여 경쟁력을 높이는 것이라 정의하였다. 또한 항만경쟁은 선사나 화주와 같은 고객들의 수요라 할 수 있는 물동량, 화물처리 능력, 운영주체들의 효율적인 운영을 위한 내·외부 환경 그리고 경쟁항만과 같은 요인들에 영향을 받을 수 있다고 설명하였다.

김근섭(2007)은 기존의 항만 간 경쟁의 목표는 물동량을 통한 이익창출 및 이윤의 극대화로 평가했다. 또한 기존의 항만경쟁 관련된 연구들을 종합하여 재정의 하였다.

Goss(1990)는 항만을 통해서 여러 물품들이 수·출입되고 있기 때문에 국가 간의 경쟁은 항만으로부터 나온다고 했다. 항만 경쟁의 발생 요인을 분석하게 되면 항만간의 경쟁, 항만운영 주체의 중요성을 평가할 수 있을 것이라고 하였다. 이를 통해서 항만 경쟁을 평가할 수 있다고 했다.

항만 경쟁력에 관한 선행연구로는 항만 운영 및 서비스에 관한 요인의 중요도를 도출하기 위하여 항만 운영자나 항만을 이용하는 선주, 화주, 포워더를 대상으로 설문 및 인터뷰를 통한 데이터를 수집하고 요인분석, DEA 등과 같은 통계적인 기법을 통해 항만 효율성 분석 및 항만경쟁력 평가 등이 다수 이루어졌다.

Peters(1990)는 항만경쟁력의 결정요인으로 항만의 서비스, 설비의 능력 및 상태, 항만운영전략, 정치 및 사회경제요인, 특성, 수송 및 하역기능 변화등을 제시하였으며 Murphy et al.(1992)는 항만체선·체화의 여부, 항만규모, 항만 근접도, 선박기항빈도 등을 항만 경쟁력의 주요 요인으로 지적하였다.

이석태, 이철영(1993)은 항만 경쟁력의 주요요인으로 입지, 시설, 물동량, 이용, 서비스와 운영형태를 지적하였으며 하동우(1996)는 동북아 7개 컨테이너항만을 대상으로 한국 항만이 동북아의 중심위치에 있음에도 항만시설의 수급, 물류비용, 서비스의 질, 투자환경 등의 면에서 일본이나 대만에 비해 불리한 것으로 주장하였다.

여기태(2001)는 동남아시아에 위치한 항만을 대상으로 컨테이너항만의 경쟁력에 대한 평가를 수행하였다. 항만경쟁을 구성하는 요소를 사례연구를 통해서 KJ법을 활용하였으며 항만입지, 항만시설, 물동량, 서비스 수준 등 4가지 구성요소를 추출하고 AHP 방법을 사용하여 각 항만의 경쟁력을 비교·분석하였다.

이홍걸 외.(2004)는 항만경쟁력과 관련된 선행연구를 통해 170여개의 구성요소를 추출하고 의미상 중복성을 지닌 요소들을 삭제하고 묶는 과정을 수행하여

39개의 요소로 압축하였다. 그 다음 전문가를 대상으로 실시한 설문을 토대로 파일럿테스트를 통해 중복성이 강한 21개를 제외한 항만접근성, 기간항로 상의 위치여부, 선석가용성, 항만체선, 수심, 내륙수송운임 등의 18개 요인으로 요인 분석을 통해 항만 경쟁력 평가구조모형을 수립하였다.

항만은 국가, 항만, 컨테이너터미널 운영사, 글로벌 터미널 운영사등과 같이 여러 요인들에 의해서 영향을 많이 받고 있다. 이에 본 연구는 항만을 직접 이용하는 선사의 관점에서 항만에 대해서 네트워크적으로 다가갈 것이다.



제 2 절 전략적 제휴

1. 전략적 제휴의 정의

전략적 제휴(strategic alliance)란 일반적으로 둘 또는 그 이상의 기업들 자신이 보유한 핵심역량을 바탕으로 상호 보완적인 역할을 결합하는 것이라고 정의하였다(박종훈 외 2인, 2005).

Fossey(1994)는 해운회사들은 경쟁하기 위해 각기 다른 타입의 동맹을 맺고 경쟁과 협력을 하는 형태를 형성한다고 했다.

Sjostrom (2010)의 연구에서는 협력 및 서비스 구조의 지속적인 정기선사의 운송과 전략적 제휴의 주요 특성에 대한 기본적인 모델을 검토 하였다. 정기선사들은 운송 동맹과 협력이 계속되며 새로운 네트워크 및 서비스 노선에서의 협력에 관한 입장을 발표하고 입증하며 협력 계약의 다양한 모습을 만들어 냈다. 이것이 현재의 alliance의 모습을 가지고 나타났다.

대형선박과 다양한 서비스 네트워크를 협력구성원들 간에 실질적인 이득을 얻게 되고 그들 간의 수평협력 뿐만 아니라 운송네트워크 개발을 통해서 수익을 얻고자 노력한다. 정기선의 네트워크 개발은 대상 범위의 컨테이너 처리 및 복합운송 피더서비스 뿐만 아니라 규모의 경제를 통한 운영비용의 효율성과 경제성을 얻는다고 밝혔다.

Photis M. Panayides(2011)의 연구에서는 각 선사들이 다양한 제휴를 맺고 있는지 그에 따른 컨테이너 처리 물량이 어떻게 변화되고 있는지를 나타내고 있다. 또한 컨테이너 운송서비스의 주요한 변화는 세계 경제 활동의 변화를 나타내기도 한다. 2010년에는 309개 운항하던 노선들이 71개의 노선으로 줄어들기도 하고 운송시장에 경제문제가 깊게 관여함을 알 수 있다.

아시아 신흥시장의 발전으로 인해서 유럽과 북미와의 역학관계도 알 수 있

으며 이를 통해 글로벌 네트워크의 관계를 빨리 파악하고 중소형선사들은 틈새 시장을 공략하는 방법도 취해야 할 것이다.

Spekman et al.,(Spekman et al, 1998, 747-771)은 둘 이상의 기업 이 파트너의 자산인 명성과 지식, 재무와 기술 및 물리적 자원 등을 얻기 위해서 맺은 자발적인 상호협력 관계를 맺는 것이 전략적 제휴라고 정의했다.

백종실(백종실, 1998, 77)은 전략적 제휴를 독립성을 유지한 둘 이상의 기업이 서비스 품질 향상, 고객서비스향상, 비용절감 및 이들의 지속적인 개선, 정보의 교환, 장기적으로 위험을 분담하는 것을 기본요소 관계로 파악하였다.

송채현·송선옥(송채현 외, 2007, 107-135)은 전략적 제휴를 둘 이상의 기업들이 전략적 의도에 따라 경영자원을 투입하여 상호이익과 기업경영의 효율성 등을 제고하고, 제휴 이외의 기업에 대해 경쟁우위를 확보하고자하는 비교적 지속적인 기업들 사이의 협력으로 정의했다.



2. 전략적 제휴의 목적

전략적 제휴는 자신이 가지고 있지 않은 파트너의 자산, 경영자원, 핵심역량 등을 협력적인 관계를 통해 비교적 적은 비용으로 접근할 수 있고, 위험을 공유할 수 있게 된다는 것이 제휴가 활발하게 일어나고 있는 동기가 된다(Hamel et al., 1989; Spekman et al., 1998).

Gulati(Gulati, 1998, 293-317)에 따르면 전략적 제휴의 성과측정을 이용한 제휴 성공에 대한 평가는 그 성과가 제휴에 의해 향상된 것인지, 제휴이외의 외생변수에 의해 향상된 것인지 명확하지 않아 문제가 있다고 했다. 또한 유지되고 있는 전략적 제휴의 평가에 대하여 성공적인 경우도 있으나, 제휴의 청산 비용이 높거나 제휴를 종료하기에는 여러 가지 문제들이 많아 제휴를 유지하고 있는 경우도 많다. 따라서 지속적으로 유지되고 있는 제휴가 반드시 성공적이라고 볼 수 없다고 했다.

기업들은 제휴를 통해 기대했던 성과를 달성하지 못하자, 시장에서 경쟁적 지위를 확보하고 유지하기 위한 방법으로 M&A와 같은 자본합작을 통한 조직통합을 선택하게 된다(Fairplay, 1996). Elmuti & Kathawala(Elmuti & Kathawala, 2001, 205-218)의 연구에서도 전략적 제휴는 만족할만한 제휴 성과를 나타내지 못하면 제휴의 청산에 합의하거나, M&A로 진행된다는 것을 확인할 수 있다. 이처럼 제휴의 종료는 목표달성에 대한 제휴 청산이나 목표달성 실패로 인한 M&A로 진행 등 제휴형태에 대한 또 다른 진화형태로 나타나기 때문에 전략적 제휴의 성과측정에 의한 제휴의 성공여부에 대한 평가는 문제가 있다.

전략적 제휴가 종료된 사례의 75% 이상은 제휴관계에 있던 다른 파트너에게 합병되었고, 제휴를 시작한 후 2년 이내에 운영상이나 재정상 심각한 문제에 직면하는 경우가 많다고 했다(Bleeke & Ernst, 1991, 127-135). 이들이 제시한 제휴 진행과정에서 나타나는 문제점들은 전략적 제휴를 형성하는 많은 기업

들 중 특히, 정기 선사의 전략적 제휴에서 잘 나타나고 있다. 정기선사의 전략적 제휴는 다른 산업과 달리 재무레버레지와 영업레버레지가 모두 높은 산업이기 때문이다(Parker, 1991, 7-10).



3. 전략적 제휴의 효과

전략적 제휴에 있어서 성공적인 제휴관계를 계속 유지할 경우 참여기업들은 재무적 선박 건조 기술의 발달로 정기선사가 보유한 선박이 대형화 되었고, 선대의 규모 또한 커지면서 고속화가 진행되어 규모의 경제 추구가 가능해졌고, 현재 10,000TEU가 넘는 초대형컨테이너선들이 시장에 투입되고 있고, 많은 선박이 발주되어있는 상태이다.

그 동안 정기선사들은 전략적 제휴를 통해 시장의 확보와 서비스 품질을 개선할 것으로 생각했으나, 제휴성과의 미비로 인해 제휴가 청산되면서 종종 M&A로 이어져 시장구조와 경영구조 자체를 변경시키기도 했다. 이미 정기선 시장에 초대형 컨테이너선의 운항을 시작하였고, 각 선사별로 초대형선을 대량 발주해 놓은 상태이기 때문에 이들의 인도가 완료되면, 정기선 해운시장은 새로운 형태의 경쟁에 돌입하게 될 것이다. 따라서 초대형선의 투입이 늘어가는 해운시장에서 컨테이너 정기선 선사들에 대한 전략적 제휴는 그동안의 양상과는 다르게 진행되어 활성화가 될 것이다.

2008년 하반기부터 불어 닥친 해운업계의 불황과 함께 초대형선의 투입으로 인해 발생한 소식을 문제를 해결하기 위해, 정기선사들은 지속적인 물동량 유지문제와 선복량 과잉문제로 운임하락을 방지하기 위해, 선사간 전략적 제휴를 활발히 진행해 시장지배력을 확보하기 위한 노력을 해야 한다.

그러나 정기선사들은 항로간 선박이동이 제한되어 있고, 항로가 고정되어 있으므로 선복과잉현상에 따른 과다경쟁으로 운임이 낮아질 가능성이 높고, 시장의 탄력성이 낮아 과잉선복이 발생하면 운임저하와 시장점유율 경쟁이 발생할 수밖에 없다(박.안, 2002).

전략적 제휴에 있어서 성공적인 제휴관계를 계속 유지할 경우 참여기업들은 재무적 성과와 시장지배력이 강화되고, 발전가능성을 확보하는 등 공통적으로 목표달성이 가능하다(백종실, 1997). 그러나 전략적 제휴는 특성과 국경이 다른

파트너 기업과 함께 하는 것이기 때문에 성공보다는 실패가 많았다. 실제로 전략적 제휴의 실패율이 70%가 넘기 때문에 전략적 제휴가 50% 정도만 성공한다고 해도 그 제휴는 성공적이라고 할수 있다(Bleeke & Ernst, 1991).

많은 기업들이 전략적 제휴를 선택하는 이유는 제휴에 참여하는 각 기업이 독립적인 경영체제 유지와 상호 know-how를 이용할 수 있기 때문이다.(Elmuti & Kathawala, 2001, 205-218). 그러나 기대했던 제휴가 종료되거나 실패할 경우 제휴 파트너가 경쟁관계로 돌변하고, 기업의 핵심역량이 파트너에게 노출되어 영업적인 타격을 입을 수 있다. 따라서 독립적인 경영체제를 유지하고 있는 정기선사들간의 전략적 제휴의 성공여부는 무엇보다도 제휴 목적이 같고, 제휴 목적에 접근하려는 제휴 당사자들의 태도에 달려있다. 시장 환경의 변화에 따라 초기의 제휴목적에서 파트너기업들이 각자의 목적을 새롭게 추구할 경우, 목적을 상실한 제휴가 되어 표류하게 되거나 파트너간 분쟁발생으로 제휴의 시너지 효과를 얻을 수 없게 된다. 또한 제휴에 대한 지분보유 정도의 차이는 당사자의 협상력의 정도를 나타내기 때문에 경영관리를 명확하게 하기 위하여 가능하면 지분이 동일도록 구성해야 제휴의 성공가능성이 한층 높아진다(Bleeke & Ernst, 1991).

전략적 제휴에 있어서 제휴 이후 성과를 측정하여 제휴의 성공여부를 판단하는 데는 문제가 있지만(Gulati, 1998), 정기선사간 전략적 제휴 실패원인은 참여선사들이 단기간에 많은 성과를 기대하고 있기 때문이다. 즉 참여선사들이 단기간에 많은 성과를 기대하고, 단기 목적과 이윤을 추구하기 때문에 장기적 제휴를 지속하기 어렵다. 또한 파트너 선사의 외부적인 문제가 개입되어 복잡성이 증대되어 제휴가 실패하거나 종료되기도 한다(노형봉 외2, 2001, 75-108). 장기적인 전략적 제휴를 유지하기 위해서는 단기적인 성과를 기준으로 한 제휴에 대한 성공여부를 판단하는 것은 지양해야 한다.

제 3 절 네트워크 분석

1. 사회 네트워크 개념과 방법

사회 네트워크는 1954년 존 반즈(John A. Barnes)가 처음으로 사용한 용어다. 반즈는 부족 또는 사족과 같은 경계가 있는 집단이나 성, 민족 등과 같은 사회적 범주를 나타내는 개념들을 포함하며, 연결 관계의 패턴을 나타내는 용어라고 하였다. 또한 1930년에 모레노를 중심으로 하는 사회심리학자들은 소시오그램이라는 개념을 통해 집단 구성원들의 대인 관계를 점과 선으로 표현하여 사회 네트워크를 나타냈다.

사회 네트워크는 사회적 현상을 구성하는 행위자들의 관계를 노드와 링크로 표현하며 네트워크 분석을 통해서 해석할 수 있다.

네트워크는 주로 도로, 철도와 같은 물리적 교통 네트워크나 버스, 기차, 항공 등 교통 서비스의 네트워크를 의미하는 것으로 사용되어 왔다. GIS와 공간통계 분야에서는 최단경로를 찾거나 권역을 설정하는데 네트워크 분석을 이용하였다. 이후 네트워크 분석은 선, 또는 연계를 가진 다른 종류의 연결패턴으로 확장되었고, 사회적 접촉, 텔레 커뮤니케이션등을 포함하게 되었다 (Johnston et al., 2000,).

이러한 네트워크의 구조를 표현하기 위해 점(node)과 선(line)으로 네트워크를 단순화하여 그림으로 표현한 그래프이론(graph theory)이 이용되었다. 두 점간의 다양한 경로 중에서 가장 짧은 경로를 '최단거리' 또는 '거리'로 나타낸다. 이것은 물리적인 거리 개념과는 다른데 네트워크의 위상구조분석에서 '거리'는 노드간 연결되는 과정을 의미하며 보통 거쳐가는 경로의 수로 표현된다.

그래프이론은 교통망의 기본적인 구조를 파악하는데 사용되기도 하는데 교

통망을 단순화시키기 위해 도시는 점으로 두 개의 점을 연결하는 교통로는 선으로 나타낸다. 과거에는 교통망의 구조분석에 있어서 거리 용량 유동등에 대하여 지도나 표 교통망의 밀도등의 지표를 사용했으나 최근에는 그래프이론과 연관시켜 교통망의 위상구조를 기술 할 수 있게 되었다(이희연, 1996: 한주성, 2006).

사회네트워크 분석의 목표는 개인, 조직, 국가와 같은 사회적 존재들 사이의 관계를 네트워크로 파악하고, 네트워크 구조의 형태와 내용을 찾아내는데 있다. 또한 네트워크 형태 및 내용을 결정하는 영향요인을 파악하고 개체간의 구체적인 사회적 관계, 즉 네트워크 구조가 사회 시스템과 행위자의 운영과 행위에 어떤 영향을 미치는지를 분석하는 것을 목표로 한다(김용학,2011).

사회네트워크 분석은 개별적 속성과 더불어 관계성에 주목하고 사회구조를 사회 관계성의 형태 또는 사회적 연결의 패턴을 분석한다. 또한 그 분석 방법은 전체 네트워크, 네트워크 내의 노드 또는 조직에 대한 초점에 따라 다양한 지표들을 통해 분석할 수 있다.



2. 사회 네트워크 분석의 선행연구

국가 경제의 밑바탕이 되는 해운 & 항공 운송은 매우 중요한 역할을 하며 발달하고 있다. 경제성장과 함께 해운 선사들은 매우 복잡한 운송네트워크 시스템을 형성하기 시작했고, 항만과 매우 밀접한 관계를 가지기 시작했다.

지금까지의 사회 네트워크 관점에서 항만 네트워크에 대한 연구는 주로 네트워크 유형의 위상변화를 이해하기 위한 항만 네트워크를 연구하였다. 그러나 이런 연구들 중 일부는 항만의 물동량과 상관관계를 보았다.

Jingyi Lin(2012)의 연구에서는 복잡한 framework에서의 통계 속성과 항공 시스템간의 공간적 특성에 network 분석을 적용시켰고 지리적인 효과들이 단순히 공간적 사이의 제한이 되지 않기 때문에 네트워크 구조의 최적화 시켰다.

Fremont(2007)가 Mearsk사의 실제 사례를 통해서 항만 네트워크에 대한 분석을 실시하였다. 세계 최대 선사인 Mearsk사의 경영 방식을 통해서 항만과 선사간의 관계에 대한 새로운 시각을 도출하였다. Tanjung pelepas항만을 Mearsk사의 집중 hub 항만으로 선택하여 Tanjung pelepas항만의 처리 물동량 80%가 Mearsk사가 처리함으로써 갖게 되는 영향력에 대해서도 생각해 볼 문제가 있다.

Hu(2009)는 해운 선사들의 항로를 기반으로 항만간 해운 운송 네트워크를 구축하여, 이 네트워크가 멍함수 법칙을 따르는 좁은 세상 네트워크임을 밝혀냈다.

Notteboom(2010)은 직기항에 의한 선박 운항을 기반으로 항만을 노드로 하고 항로를 링크로 하는 글로벌 항만 네트워크를 구축하였다. 이 연구는 중심성 지표분석을 통해 글로벌 항만 네트워크에서 항만의 위상구조를 나타낼 수 있었다.

임병학(2011)은 정기선사 네트워크가 주요 항만의 생산성에 미치는 영향에 대한 네트워크 분석을 실시하였다. 항만 네트워크의 복잡한 네트워크 구조의

특성이 무엇을 의미하는지에 대한 연구를 수행한 결과 항만 네트워크의 중심성이 높은 항만은 Singapore로 나타났고, 생산성이 높은 항만은 Singapore, Hong kong, Tanjung priok, Yokohama로 나타났으며 항만 생산성에 가장 높은 영향을 미치는 네트워크 변수는 근접 중심성 변수가 유의한 영향을 미치고 있음을 확인하였다.

Yoshida(2005)의 연구에서는 선사들의 alliance형성으로 많은 선박을 소유함으로써 직기항지는 증가하고, 다양한 항로와 네트워크 서비스 제공이 가능해졌다고 밝혔다. 또한 네트워크 구조는 Hub & spoke 시스템보다 Go-around 시스템을 선호함을 밝히고 이것은 대형 컨테이너 선박의 직기항서비스를 실행하였고 피더 항만이 기간항로에 신흥항만으로 발전했기 때문이라고 하였다.

Cesar Ducruet(2010)의 연구에서는 모든 항만의 위치 패턴을 보고자 하는 것이 아니라 네트워크의 전체 구조를 명확하게 보고자 하였다. 또한 항만 네트워크를 통해서 항만이 다른 항만들과의 클러스터를 형성하는 모습을 나타내고 이러한 시사점들이 항만간의 연결강화를 가지고 올 수 있을 것이라 보았다.

Weigend(1958)의 연구에서 항만의 본질은 해양 네트워크 및 육상네트워크를 연결하는 역할을 하며 환경적인 요소들과, 서비스 품질, 기술 개발들로 인해서 발전할 수 있는 요소들을 가지고 있다고 보았다.

Slack (1999)는 대서양 정기선사들의 네트워크를 글로벌화에 초점을 두고 다른 지역들과의 비교 연구를 하였다. Hub-spoke 전략을 통해서 해양 네트워크가 생성이 되기도 하고 운송의 지리적 단순화를 하기 위해서 항만의 개발이 더욱 중시 여겨지기도 한다. 대서양 연구의 주요 문제는 선사의 대륙 간 수송에 초점을 맞추고 있고, 정기 선사들의 합리화 전략을 통해서 네트워크 서비스에 방향전환을 제시하기도 한다.

Cesar Ducruet(2010)의 연구에서는 항만네트워크를 통해서 항만이 또 다른 항만 그룹에 의존하기도 하는 클러스터를 형성하는 모습을 나타낼 수 있을 것이며 이러한 시사점들이 항만간의 연결로 나타낼 수 있을 것이라고 판단했다. 모든 선박의 운송라인과 모든 항만의 위치 패턴을 설명하고자 한 논문이 아니

라 통합적으로 네트워크의 전체구조를 명확하게 보기 위한 논문이다. Data는 Lloyd's MIU의 1996년에서 2006년까지 모든 데일리 선박의 운항을 사용하였으며 diachronic approach는 systems dynamic의 구조와 면면을 세밀히 볼 수 있다.

Guimerà와 Amaral 두 사람은 세계의 공항 네트워크를 모형으로 만들어 연결도와 매개중심성 분포가 멱함수법칙(power law)을 따른다는 것을 여러 논문을 통해 증명하였다(Guimerà 외 1인, 2004; Guimerà 외 3인, 2005). 멱함수 분포를 따른다는 것은 척도 없는 네트워크로서 네트워크에 허브가 있다는 것을 말한다. Guimerà 외 3인(2005)은 연결정도가 높다고해서 반드시 매개중심성이 높은 것은 아니다 라는 것을 밝혔으며, 이를 설명하기 위해 네트워크를 몇 개의 지역으로 구분하여 지정학적인 조건과 함께 해석하였다.

Guida의 1인(2007)은 이탈리아의 공항 네트워크에 대해 분석하여 척도 없는 네트워크 특성이 있고 프랙탈(fractal) 성격이 있음을 밝혔다. Bagler(2008)는 인도의 공항 네트워크는 좁은 세상의 특징인 멱함수의 법칙 분포를 따르고 계층화되어 있음을 밝혔고, 주당 운항편수로 가중치를 두어서 네트워크의 연결정도, 거리, 클러스터 계수등을 구하기도 하였다.

Ducruet, C. 와 Wang, et al. 의 연구에서 항만과 항공의 네트워크 구조에 대한 연구를 찾아 볼 수 있다. Ducruet, C. 은 항만간 선사 이동자료를 기반으로 항만 네트워크를 구축하고 SNA 관점에서 네트워크 지표를 분석하여 항만의 위치를 제시하였다. 항만 네트워크의 위치를 알려주는 연결정도 및 중심성 지표와 항만 물동량 간 상관관계를 비교하였다.

Wang, et al.은 중국 공항 네트워크를 통해 개별 도시의 네트워크 구조와 노드 중심성 연구를 통해, 누적 연결정도 분포는 지수함수를 따르고, 평균경로 길이와 군집 계수에 의해 좁은 세상 네트워크를 따르고 있음을 보이고 있다. 네트워크의 연결정도, 근접, 매개중심성은 항공승객수, 도시인구, 지역총생산과 높은 상관관계가 있음을 밝혀냈다.

Shin and Timberlake(2000)의 연구에서는 아시아 지역의 세계도시 간 네트

워크를 항공 여객량 데이터를 이용하여 네트워크분석을 실시하였고, 여기에 SNA의 주요 개념인 중심성등의 지수가 이용되었다. 이와 같이 그래프이론을 활용한 위상구조적 네트워크 분석은 최근에 경제지리학에서 중요한 방법론으로 등장한 SNA 방법과 연관되어 밀도, 중심성 지수등을 이용해 정량적 분석이 이루어지고 있다.

이러한 접근은 주로 특정 영역 지역 내에서 다른 행위주체와의 연계에 초점을 두고 있으며, 이를 통해 지역간 공간적 네트워크의 특성을 고찰한다. 이와 같은 연구는 행위주체들의 관계가 특정 제도적 및 사회적 맥락속에 착근된 것으로 간주하기 때문에 네트워크의 중요성이 지역에 내재된 것으로 보고 있다. 이러한 착근성 개념은 제도적 메커니즘 연구에 대한 틀을 제공하였고, 행위 주체들이 착근된 특정제도적 맥락을 중시하였다. 따라서 네트워크의 구조보다는 네트워크의 내용을 중시하게 되었고, 계량분석을 이용한 양적방법론보다는 사례연구중심의 질적 방법론이 사용되었다(Grabher, 2006).

Dicken et al.(2001)은 네트워크가 사회적 구조와 프로세스로 구성되어 있음을 설명하면서 의도성(intentionality)을 가진 사회적 행위주체와 그들의 매개 작용을 통한 권력관계를 통해 네트워크가 구성되고 변화되고 재생산되는 것에 관심을 가졌다. 네트워크연구에 있어서 구조적 분석과 더불어 한발 더 나아가기 위해서는 네트워크의 관계적 관점이 필요하고 여기에서 행위주체가 매우 중요한 분석 요소가 됨을 설명하였다. 조직과 제도에 대한 초점만으로는 네트워크의 형성과 역동성을 파악하기 어려우며 여러 조직 행위 주체와 개인 행위 주체의 의도성과 행위성(agency)이 중요하게 나타난다.

2000년대 이후 항만의 공간적 네트워크 연구에 SNA를 이용한 분석들이 나타나고 있으며, 주로 행위 주체의 네트워크에서의 중심성을 활용하여 구조적 특성을 설명하고 있다. Yihong Hu et al.(2009)의 연구에서는 항만의 공간네트워크 뿐만 아니라 위상구조에 관심을 가지고 밀도 중심성, 평균 최단 경로길이 등을 연구에 활용하여 새로운 시각으로 접근하였다.

제 4 장 분석

제 1 절 네트워크 분석

본 연구에서 사용한 네트워크 분석방법은 개별 노드(항만)간 네트워크의 구조적 분석에서 많이 활용되고 있는 SNA이다. 이를 통해 항만간의 관계망을 시각적으로 나타내고 물동량 데이터를 제외한 순수하게 네트워크 연결성의 중심적 역할을 하는 항만을 도출할 수 있을 것이다. 또한 이를 통해서 중심성이 높은 항만을 파악하고, 선사와 항만의 관계도 나타낼 수 있을 것으로 본다.

1. 데이터 구축

본 연구에서는 정기선사의 항로를 분석하기 위한 관련 행위주체를 대상으로 네트워크 관계 분석을 실시하였다. 이 대상은 행위 주체인 항만과 이를 이용하는 선사들로 나눌 수 있다.

Containerization International Yearbook 2010, 2011을 바탕으로 세계 10위 선사들의 전체 항로를 취합하였다. 1위는 APMM GROUP 의 Maersk가 1위이며 2위는 MSC, 3위는 CMA CGM이다. 우리나라 국적기업인 Hanjin은 11위, HMM은 18위이다. 선사별 순위 변동은 있지만 2011년을 기준으로 하였다.

2010년과 2011년의 선사들의 순위변동은 있었지만 큰 변화는 보이지 않았다. 그렇지만 분석에 기준이 필요하기에 탈락하는 선사들이 있다고 하더라도 본 연구에서는 순위를 우선으로 하였다.

또한 전 세계 30위 항만의 처리 물동량은 다음의 표와 같으며 Shanghai, Hong Kong, Singapore순이며 부산항은 5위에 있었다. 이 처리 물동량은 수출입물동량과 환적화물의 물동량을 모두 포함하고 있다. 이는 추후에 네트워크 중심성 분석과 효율성의 관계를 나타내는데 사용했다.

| 2011 | 2010 | Company | Country | Total TEU | In Service* | | On Order** | | Projected | % Total | % Change |
|---------------|------|-------------|---------------|-----------|-------------|---------|------------|----------|-----------|---------|----------|
| | | | | | Total Ships | TEU | Ships | TEU | | | |
| 1 | 1 | APMM Group | Denmark | 1969504 | 509 | 383974 | 58 | 2353478 | 567 | 19.5 | 0.16 |
| 2 | 2 | MSC | Switzerland | 1642955 | 396 | 340000 | 31 | 1982955 | 427 | 20.69 | -26.39 |
| 3 | 3 | CMA CGM | France | 1212554 | 395 | 332612 | 42 | 1545166 | 437 | 27.43 | -14.5 |
| 4 | 5 | APL | USA | 591913 | 144 | 185400 | 20 | 777313 | 164 | 31.32 | 67.71 |
| 5 | 4 | Evergreen | China, Taiwan | 586723 | 161 | 80000 | 10 | 666723 | 171 | 13.64 | - |
| 6 | 7 | Hapag-Lloyd | Germany | 551236 | 125 | 56678 | 7 | 607914 | 132 | 10.28 | -53.73 |
| 7 | 6 | COSCON | China | 545379 | 145 | 332233 | 41 | 877612 | 186 | 60.92 | -22.78 |
| 8 | 16 | CSAV | Chile | 526935 | 144 | 46316 | 6 | 573251 | 150 | 8.79 | -57.01 |
| 9 | 8 | CSCL | China | 469006 | 122 | 140400 | 16 | 609406 | 138 | 29.94 | -1.75 |
| 10 | 10 | Hanjin | Korea | 439358 | 95 | 192116 | 17 | 631474 | 112 | 43.73 | -14.01 |
| 11 | 11 | MOL | Japan | 380631 | 100 | 33620 | 5 | 414251 | 105 | 8.83 | -58.75 |
| 12 | 15 | OOCL | China, HK | 380354 | 86 | 51600 | 6 | 431954 | 92 | 13.57 | -56.96 |
| 13 | 12 | Hanug Sud | Germany | 364870 | 109 | 136940 | 26 | 504786 | 135 | 37.53 | 107 |
| 14 | 9 | NYK | Japan | 358012 | 88 | 37200 | 4 | 395212 | 92 | 10.39 | -46.55 |
| 15 | 13 | K Line | Japan | 357086 | 86 | 66830 | 14 | 423916 | 100 | 18.72 | -48.65 |
| 16 | 18 | Zim | Israel | 321143 | 99 | 163918 | 16 | 485061 | 115 | 51.04 | -32.37 |
| 17 | 14 | Yang Ming | China, Taiwan | 317748 | 75 | 108650 | 17 | 426398 | 92 | 34.19 | -23.03 |
| 18 | 17 | HMM | Korea | 285365 | 61 | 8238 | 2 | 293603 | 63 | 2.89 | - |
| 19 | 19 | PIL | Singapore | 250560 | 134 | 27004 | 5 | 277564 | 139 | 10.78 | -46.99 |
| 20 | 20 | UASC | China, Taiwan | 185093 | 50 | 117900 | 9 | 302993 | 59 | 63.7 | -9.71 |
| Totals | | | | 11736425 | 3124 | 2841629 | 352 | 14581030 | 3476 | 24.21 | -16.52 |
| Others Totals | | | | 4354972 | 6552 | 1130046 | 390 | 5485018 | 6942 | 25.95 | -38.06 |
| World Totals | | | | 16091397 | 9676 | 3971675 | 742 | 20066048 | 10418 | 24.68 | -24.04 |

자료 : Containerization International Yearbook, 2011

(표 4-1) 세계 20위 선사의 운영현황

(단위 : '000TEU)

| 항만 | 물동량 | | | | | | 비고(순위) | | |
|-----------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|--------|-----|-----|
| | '12 | 전년대비 (%) | '11 | 전년대비 (%) | '10 | 전년대비 (%) | '10 | '11 | '12 |
| SHANGHAI | 3,258 | 2.6 | 3,174 | 9.2 | 2,907 | 16.3 | 1 | 1 | 1 |
| SINGAPORE | 3,165 | 5.7 | 2,994 | 5.3 | 2,843 | 9.9 | 2 | 2 | 2 |
| HONG KONG | 2,310 | -5.3 | 2,440 | 3 | 2,370 | 12.6 | 3 | 3 | 3 |
| SHENZHEN | 2,294 | 1.6 | 2,254 | 0.3 | 2,251 | 23.3 | 4 | 4 | 4 |
| BUSAN | 1,702 | 5.2 | 1,618 | 14 | 1,419 | 18.7 | 5 | 5 | 5 |
| NINGBO | 1,683 | 14.4 | 1,471 | 11.9 | 1,314 | 18.2 | 6 | 6 | 6 |
| GUANGZHOU | 1,474 | 2.4 | 1,440 | 14.7 | 1,255 | 22.3 | 7 | 7 | 7 |
| QINGDAO | 1,450 | 11.4 | 1,302 | 8.4 | 1,201 | 7.3 | 8 | 8 | 8 |
| DUBAI | 1,328 | 1.9 | 1,303 | 12.3 | 1,160 | 10.4 | 9 | 9 | 9 |
| TIANJIN | 1,229 | 6 | 1,159 | 15 | 1,008 | 3.5 | 10 | 11 | 11 |
| ROTTERDAM | 1,187 | -0.1 | 1,188 | 6.6 | 1,115 | 28.1 | 11 | 10 | 10 |
| PORT KLANG | 1,000 | 2.5 | 976 | 10 | 887 | 3.4 | 12 | 12 | 13 |
| KAOHSIUNG | 978 | 1.5 | 964 | 5 | 918 | 25.6 | 13 | 13 | 12 |
| HAMBURG | 890 | -1.3 | 902 | 14.2 | 790 | 8.1 | 14 | 14 | 15 |
| ANTWERP | 864 | -0.3 | 866 | 2.3 | 847 | 20.8 | 15 | 15 | 14 |
| LOS ANGELES | 808 | 1.7 | 794 | 1.4 | 783 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| DALIAN | 800 | 25 | 640 | 22.1 | 524 | -12.6 | 17 | 19 | 21 |
| Tanjung Pelepas | 772 | 2.4 | 754 | 15.5 | 653 | 28.9 | 18 | 17 | 17 |
| XIAMEN | 719 | 11.3 | 646 | 11 | 582 | 24.3 | 19 | 18 | 19 |
| Bremen | 628 | 6.2 | 592 | 21.4 | 487 | 6.8 | 20 | 21 | 23 |
| Tanjung Priok | 621 | 9.4 | 568 | 20.4 | 471 | 3.6 | 21 | 22 | 25 |
| Long beach | 605 | -0.3 | 606 | -3.2 | 626 | 38 | 22 | 20 | 18 |
| Laemchabang | 593 | 3.4 | 573 | 13.1 | 507 | 11.7 | 23 | 23 | 22 |
| Newyork | 552 | 0.3 | 550 | 4 | 529 | 30.3 | 24 | 24 | 20 |
| Hochiminh | 515 | 10.1 | 467 | 21.2 | 386 | 1.3 | 25 | 26 | 30 |
| Lianyungang | 498 | 2.6 | 485 | 25.4 | 387 | 1.6 | 26 | 25 | 29 |
| Yinkou | 485 | 20.2 | 403 | 20.8 | 334 | -8.6 | 27 | 35 | 35 |
| Jeddah | 474 | 18.1 | 401 | 4.7 | 383 | 10.6 | 28 | 32 | 31 |
| Tokyo | 469 | 3 | 455 | 6.3 | 428 | 38.2 | 29 | 27 | 26 |
| Valencia | 447 | 3.3 | 433 | 2.9 | 421 | 18.1 | 30 | 29 | 27 |

자료 : Global Insight, 2012

(표 4-2) 세계 30대 항만 컨테이너 처리실적

2. 네트워크 분석기법

사회네트워크 이론은 하나 또는 여러 관계에 의해 연계되어있는 행위 주체들로 구성되어 있는 구조를 의미하며(Knoke and Yang, 2008), 행위주체간의 관계성이 함축되는 네트워크를 통해 사물과 현상을 해석한다. 이때, 행위주체의 관계에 의해 네트워크의 구조가 결정된다고 보고, 네트워크의 구조는 다시 행위주체의 행태에 영향을 미치는 피드백관계를 형성하여 새로운 구조로 재편된다고 간주한다.

네트워크에는 노드와 링크를 제어하는 규칙이 존재한다. 먼저, 미시적규칙은 네트워크 내에서 노드들이 어떻게 선택되고, 링크가 어떻게 생성되는지 하는 노드와 링크의 형성에 관한 규칙이며, 국지적(local)규칙이라 한다. 선호적 연결과 같이 노드의 연결 형태를 설명하는 규칙이 된다. 한편, 거시적 규칙은 네트워크 전역적 특성의 발현에 관한 규칙으로 전역적 규칙이라 한다. 전체적인 네트워크에 배태되어 있는 특성, 그 특성으로 발현되는 현상 등을 설명하는 규칙이라는 것이다(이수상, 2012).

네트워크는 현실 세계의 관계적 상황에 대한 추상적 모델이며 시각적 형태로는 그래프, 데이터 처리를 위해서는 행렬로 표현된다. 그래프는 수학적인 개념이며, 사회과학에서는 그래프를 심리학자인 모레노에 의해 소시오그램이라는 개념으로 논의가 시작되었다. 그리고 행렬은 네트워크/그래프의 연결 관계를 수치화하여 표현한 수학적인 개념이며, 사회과학에서는 이것을 수시오 행렬이라는 개념으로 사용해왔다.

이때, 네트워크는 상호연관된 결절의 집합으로 정의할 수 있으며, 결절은 설명 대상이 되는 네트워크의 구체적인 형태에 따라 달라진다(Castells, 2000). 결절은 선을 통해 형태를 구성하는데, 이 형태에 어떠한 내용을 담느냐에 따라 네트워크의 의미를 재해석 할 수 있다.

사회 네트워크 이론은 철학적 근거로 관계론을 채택하고 있는 바, 이는 전통

적인 실증 이론과 대비된다. 후자는 특정 현상에 대한 개체들의 속성(attribute)을 변수로 정의하여 변수들 사이의 관계에 대한 통계적 검증을 통해 모집단의 특성을 분석하는 방식을 추구한다.

반면, 사회네트워크이론은 분석의 주요 대상을 개체의 개별적 속성보다 관계성에 두는 방법론적 특성을 띤다(송호근외,2004). 따라서, 사회 네트워크 이론은 개체의 개별적 속성에서 개체의 관계적 속성으로 설명의 무게 중심을 옮긴 이론으로 정의 할 수 있다(Burt, 1982).

본 연구에서는 네트워크 분석 지표 중에서 가장 많이 사용되는 중심성의 지표를 가지고 정기선사의 항로분석을 실시하였다. 사회 네트워크에서 노드의 중심성은 ‘한 행위자가 전체 네트워크의 중심에 위치하는 정도를 표현하는 지표’로 간단히 정의할 수 있으며 중심성이 높은 행위자를 중심노드 또는 허브노드로 나타낸다.

중심성의 유형은 관점에 따라 여러 가지로 나눌 수 있는데 본 연구에서는 Freeman(1979)이 제안한 연결정도중심성 (degree centrality), 근접중심성 (closeness centrality), 매개중심성(betweenness centrality)과 여기에 위세중심성(eigenvector centrality)을 분류했다.

① 연결정도중심성: 각 노드와 연결된 다른 노드의수를 기준으로 중심정도를 계량하는 지표로, 한 노드에 직접적으로 연결된 노드들의 합을 이용해 중심성을 계산하는 중심성 지표

② 근접중심성: 한 노드가 다른 노드에 얼마만큼 가깝게 있는가의 개념으로, 직접적으로 연결된 노드 뿐 아니라 전체 네트워크 상에서 간접적으로 연결된 모든 노드들간의 거리의 합을 통해 계산하는 중심성 지표

③ 매개중심성 한 노드가 얼마나 다른 노드들과의 네트워크를 구축하는데 중개자 혹은 브릿지 역할을 수행하느냐를 측정하는 개념으로 어떤노드 j와 k사이에 존재하는 노드i의 매개중심성은 네트워크상에서 j와 k를 연결하는 가장 짧은 경로들 중에서 i가 포함되어 있는 경로의 비율을 측정하는 중심성 지표

④ 아이겐벡터 중심성: 각 노드의 중심성을 계산하는 과정에서 이 노드와

연결관계가 있는 다른 노드의 중심성 지수를 이용하여 연립방정식을 푸는 개념으로, 연결된 노드들의 중요성에 가중치를 주는 고유벡터(eigen vector)를 이용한 중심성 지표



3. 네트워크 속성

(1) 네트워크 크기(network size)

네트워크 크기는 네트워크를 구성하는 노드의 수와 링크의 수를 포함하여 크기를 말하기도 하고, 네트워크 노드만을 측정하여 크기를 측정하기도 한다. 네트워크의 크기가 작으면 쉽게 조사가 가능하고 분석이 가능하지만, 그 크기가 커지면 연결 관계를 파악하는 것이 어렵다. 각 노드는 한정된 자원과 역량으로 연결 관계를 유지하고 있고, 정적 네트워크는 네트워크의 크기가 고정되어 있기 때문이다.

네트워크의 노드수가 n 개이고 방향성이 있는 경우에는 $n(n-1)$ 의 연결관계를 가지는 노드쌍이 존재할 수 있고, 방향성이 없는 경우에는 $n(n-1)/2$ 의 연결관계가 존재한다.

(2) 밀도(density)

네트워크에서 밀도는 네트워크 노드들 사이에 연결된 정도를 말하며, 전체 노드들이 연결된 개수로 표현된다. 밀도가 높은 네트워크는 노드의 연결 관계가 많음을 나타낸다. 또한 구조적으로 복잡하게 형성되어 있으며 매우 긴밀한 관계를 가지게 된다. 상대적으로 밀도가 낮은 네트워크들 같에는 연결 관계가 적고, 상호 긴밀하게 연결되어 있지 못하며, 복잡하지 않은 구조를 나타낸다. 이를 통해서 네트워크가 형성하는 연결 관계의 응집성, 결속도, 복잡성 등을 설명할 수 있다.

또한 밀도는 0과 1사이의 값을 가지며 0의 값은 연결선이 하나도 없는 네트워크를 의미하고, 1은 모든 노드들이 연결되어 있다는 의미이다. 밀도의 값이 0에 가까울수록 응집성, 결속도 복잡성은 떨어진다고 볼 수 있다.

밀도는 실제로 연결된 링크수를 연결 가능한 전체 링크수로 나눈 값으로 계산된다.

- 무방향/이진 네트워크의 밀도 = $\frac{k}{n(n-1)/2}$

- 방향/이진 네트워크의 밀도 = $\frac{k}{n(n-1)}$

- 가중 네트워크의 밀도 = $\frac{\text{평균 연결강도}}{\text{연결가능 노드수}}$

네트워크에서 다른 노드들과 연결관계가 전혀 없는 밀도가 0인 노드들이 존재하며 이를 고립노드라고 한다.

(3) 연결정도(degree)

연결정도는 네트워크에서 특정한 한 노드의 자체적 속성이다. 연결정도는 특정 노드의 영향력 또는 활동력을 인식하는 지표이며 연결되어 있는 노드의 개수로 그것을 평가할 수 있다.

연결정도의 계산방식은 노드에 링크된 수를 가지고 평가하며 다른 방식은 링크수에서 정규화하여 계산한다. 연결정도 값은 네트워크를 형성하는 각 노드들 간의 상대적인 순위를 의미한다.

연결정도는 연결정도 분포(degree distribution)에 따라 네트워크의 구조적 특성을 파악할 수 있다. 연결정도 분포가 정규분포나 포와송 분포와 같은 분포로 나타날 경우, 그 네트워크는 무작위 네트워크라고 한다. 그리고 멱함수 법칙을 나타내는 분포일 경우, 그 네트워크는 무척도 네트워크라 한다.

(4) 연결강도(strength)

이진 네트워크에서 노드와 노드 사이에 맺어지는 연결은 단순히 링크의 유무를 표시한다. 가중 네트워크에서 링크는 상대적 비교가 되는 가중치로 표현이 된다. 이진 네트워크에서 연결강도는 모든 링크에 동일하게 1이 부여되며, 가중 네트워크에서는 링크의 가중치가 연결강도로 나타나 간다.

연결가오는 두 노드가 링크로 연결되는 강도(크기)를 말하며, 노드 간 연결

의 중요도를 표현하는 지표가 된다. 관계의 강도는 두 노드 간에 형성되는 신뢰, 친밀도, 지속성, 접촉 빈도 등을 의미한다. 그래서 연결강도는 노드간의 연결에 대한 관계의 강도를 나타내는 가중치로 표현된다.

(5) 연결거리(distance)

연결거리는 특정 노드 간에 연결된 거리 즉 단계의 의미를 가지며, 간단히 거리라고 표현하기도 한다. 그리고 길이(length)의 개념을 강조해야 하는 경우, 연결거리는 경로길이(path length)라고 한다. 즉 연결거리와 경로 길이는 모두 많이 사용하는 용어이다.

노드 A와 B사이의 연결거리가 'd'인 경우 그들은 d 단계 떨어진 거리에 의해 연결되어 있다는 의미이다. 노드 A와 B사이에는 다양한 경로가 존재할 수 있다. 따라서 연결거리는 그러한 연결경로 중에서 최단거리를 의미하며 연결성이 높다고 볼 수 있다.

(6) 평균연결거리(average distance)

연결거리와 관련된 것으로 평균연결거리라는 개념이 있다. 네트워크의 평균 연결거리는 네트워크 내 모든 노드 쌍의 연결거리 평균을 말하며, 평균거리, 평균경로길이, 특성경로길이 등의 다양한 명칭으로 부르기도 한다. Milgram의 6단계 분리 이론에서 언급한 6단계는 이 평균 연결 거리를 의미한다.

| 구분 | 분석방법 | 지표 | | 내용 |
|-----------------|--------------|--------------------------|------------------------------------|---|
| 네트워크 특성 분석 | 네트워크 수준 | 밀도(density) | | 총 노드에서 실제로 맺어진 노드의 비율 |
| | | 포괄성(inclusiveness) | | 결점의 총수에서 '연결되어 있지 않은 노드(isolate)들의 수를 뺀 수의 비율 |
| | 노드수준 | 인접성 지표 | 경로거리(distance) | 한 노드가 연결을 맺은 노드와의 거리 |
| | | | 직경(diameter) | 가장 큰 구성 집단 안에서 가장 멀리 떨어진 노드 사이의 거리 |
| | | 연결성 지표 | 연결정도(degree) | 노드가 맺고 있는 다른 노드의 수 |
| | | | 연결강도(strength) | 결속간의 빈도 |
| 중심 구조 분석 | 네트워크 / 노드 수준 | 중심성 지표 | 연결정도 중심성 (degree centrality) | 전체 노드의 수와 실제 관계를 맺고 있는 노드수의 비율 |
| | | | 근접 중심성 (closeness centrality) | 노드가 연결될 수 있는 최단거리를 더한 것에 논리적으로 가능한 최소 근접성의 역수 |
| | | | 매개 중심성 (betweenness centrality) | 한 노드가 다른 두 노드간의 연결(최단경로) 사이에 있는 비율 |
| | | | 아이겐벡터 중심성 (eigenvector centrality) | 영향력이 큰 노드와 많은 연결을 한 비율 |
| | | 집중도(중심화)(Centralization) | | 네트워크의 결속정도를 측정하며 각 중심성 지표에 대응하여 존재 |
| | 응집 및 역할 분석 | 집단수준 | 결속(clique) | |
| 구성집단(component) | | | 네트워크 내부에 존재하는 하위집단을 파악 | |

자료 : 사회 네트워크 분석 방법론 (이수상, 2011)

(표 4-3) 네트워크 속성

4. 중심성 분석

(1) 연결정도의 중심성

사회 네트워크에서 연결되었다는 의미는 두 점 혹은 두 행위자가 서로 직접적으로 교류하고 있다는 것을 의미한다. 여기서, 한 점에 인접해 연결된 점들을 이웃이라고 하는데, 이 때 한 점의 이웃인 모든 점들의 합을 그 점의 연결정도(degree)라고 한다. 연결정도에 의해 한 점의 중심성을 측정하는 방법을 연결정도중심성이라 한다. 이 방법은 한 점이 다른 점들과 얼마만큼 직접 연계되었는지에 의해 ‘중심’정도를 평가하는 방법이다.

연결정도 중심성(degree centrality)은 노드들이 얼마나 많은 연결을 가지고 있는지를 측정한다. 이는 한 점이 다른 점들과 얼마만큼의 관계를 맺고 있는가를 통해서 그 점이 중심에 위치하는 정도를 계량화하는 것이다. 한 점에 연결된 점들을 고려한다는 의미에서 연결정도 중심성은 한 점의 포인트 중심성을 측정하는 방법이다.

그런데 이 연결정도중심성은 한 점에서 직접적(direct)으로 연결되어 있는 점의 수에 한정하여 측정하기 때문에 간접적인(indirect)관계, 즉 두 단계 이상을 거치는 점들은 측정에 포함되지 않는다. 예를 들어 ‘친구의 친구’의 경우는 고려되지 않는다. 이렇듯 직접적인 연결고리를 가진 국지적 범위에 한정되어 연결정도가 측정되기 때문에, 연결정도중심성은 로컬중심성의 의미가 강하다(손동원,2010).

연결정도 중심성은 한 노드에 연결된 연결정도의 값을 타나내는 대표적인 두 가지의 정규화 방식이 있으며 첫 번째는 전체 네트워크(n)에 대하여 노드 i 의 절대적 중심성(d_i)에 대한 정규화 방식은 $\frac{d_i}{n-1}$ 으로 나타낸다. 두 번째는 이렇게 구한 첫 번째의 방식에서 구한 값에 100을 곱하여 얻는다.

(2) 근접 중심성

근접 중심성(closeness centrality)이란 네트워크의 다른 모든 노드들과 얼마나 근접하게 연결되어 있는가 하는 개념이다. 근접도는 각 노드에 도달하는 연결거리와 연관이 있다. 근접중심성은 인접 중심성이라고도 한다.

근접 중심성은 해당 노드가 얼마나 네트워크의 중앙에 있는지를 측정하는 것으로, 네트워크 내에서 연결되어 있는 노드들과의 근접도를 보여준다. 근접 중심성을 분석함으로써 네트워크 전역에서 가장 일반적인 영향력을 가지는 노드가 무엇인지를 알 수 있다.

근접 중심성은 한 노드가 얼마만큼 가깝게 있는가를 보는 것으로 두 노드 사이의 연결거리를 근거로 측정한다. 한 노드에서 네트워크 내의 다른 노드들에 도달하는 연결거리를 합한 값이 적을수록 해당 노드의 근접 중심성은 높아진다. 즉 근접 중심성이 높은 노드는 네트워크 내 다른 모든 노드들과 가장 짧은 연결거리를 가지고 있다는 것이다. 가장 짧은 연결거리를 가지는 노드는 여러 노드들에게 쉽게 도달할 수 있는 좋은 위치를 차지하고 있기 때문에 네트워크 내에서 구조적 강점을 가지게 되며 다른 노드들에 영향력을 행사할 수 있다(이수상, 2012).

근접 중심성의 계산은 연결거리를 이용하여 계산하며, 절대적 근접 중심성과 상대적 근접 중심성으로 구분한다. 노드 i 의 절대적 근접 중심성은 네트워크 내에서 모든 노드(j)들에 대한 연결거리의 값(d_{ij})을 합한 전체거리의 역수로 계산한다. 즉 근접 중심성은 $(1/\text{전체거리})$ 이 된다. 이것은 전체거리가 짧을수록 근접 중심성 값은 크게 나타난다는 의미이다. 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\cdot \text{노드 } i \text{의 절대적 근접 중심성}(C_i) = \frac{1}{\sum_{j=1}^n d_{ij}}$$

절대적 근접 중심성 값은 전체 네트워크 내에 존재하는 노드수를 고려하고 있지 않다. 따라서 정규화하는 작업이 필요한데, 이것을 상대적 근접 중심성이라 한다. 상대적 근접 중심성은 절대적 근접 중심성 값을 정규화한 것으로 절

대적 근접 중심성 값에 (전체 노드수 - 1)를 곱하여 계산한다.

$$\cdot \text{노드 } i \text{의 상대적 근접 중심성}(C_i) = \frac{1}{\sum_{j=1}^n d_{ij}}(n-1) = \frac{n-1}{i \text{의 전체거리}}$$

(3) 매개 중심성

매개 중심성(betweenness centrality)은 한 노드가 다른 노드와 네트워크를 구축하는 데 있어 중개자 혹은 다리 역할을 얼마나 수행하느냐를 측정하는 개념으로 중개 역할을 ‘중심’으로 간주할 때 사용한다. 매개 중심성은 한 노드가 네트워크 내의 다른 노드들 사이에 위치하는 정도를 측정한다(손동원,2010).

매개 중심성의 계산 방식은 이진 네트워크를 대상으로 하는 노드의 매개 중심성, 링크에 나타난 관계의 매개 중심성을 나타내는 링크 중심성, 그리고 두 노드 사이의 흐름을 이용하는 흐름 매개 중심성이 있지만, 노드 중심성이 가장 많이 사용된다.

인접하지 않은 두 노드 간에 존재하는 가장 짧은 연결 거리의 경로 즉, 최단 거리경로에 위치하는 노드 Y가 있다면, 이 노드의 매개 중심성은 높아진다. 즉 노드 Y는 노드 X와 노드 Z를 매개하는 역할을 하기 때문이다. 그러나 만약에 노드 X와 노드 Z사이에 최단거리경로가 여러 개 존재한다면, 노드 Y는 복수의 최단거리경로 중 하나이므로, 노드 Y가 가지는 매개 중심성은 낮아지게 된다.

N은 n개의 노드 집합을 의미한다. 노드 j와 k는 전체의 노드 쌍에서 노드 i를 제외한 최단연결거리를 가지고 있는 노드 쌍이다. 모든 노드들이 연결되어 있다면 노드 i를 제외한 가능한 최단연결거리를 가지고 있는 노드 쌍의 수는 $\frac{(n-2)(n-1)}{2}$ 이다. g_{jk}는 노드j와 노드 k 사이에 존재하는 최단거리경로의 수이다.

$$\cdot \text{노드 } i \text{의 매개 중심성}(C_i) = \sum_{j,k} \frac{g_{jk}^{(i)}}{g_{jk}} (j \neq k \neq i, j, k, i \in N)$$

(4) 아이젠벡터 중심성

아이젠벡터(eigenvector) 중심성은 고유벡터 중심성이라고 하며, 네트워크 내에서 가장 영향력이 있는 중심노드를 찾는 데 매우 유용하다. 네트워크에서 한 노드가 다른 노드에 영향력을 미치고, 그 노드 또한 다른 노드들에 영향을 미치게 되며 연쇄적인 영향력을 행사하게 될 때 첫 번째 링크되었던 노드가 그 네트워크 상에서 가장 중심성이 높다고 말할 수 있다.

아이젠벡터 중심성에서 가장 중요한 핵심은 노드들의 연결거리의 패턴을 활용해서 전체적인 네트워크의 연결 패턴을 파악하게 된다. 그리고 부분적으로 노드들의 연결거리 패턴을 파악하게 된다. 아이젠벡터의 값이 클수록 중심성 값이 커지며 네트워크에서 영향력이 있게 되며, 아이젠벡터의 값이 작을수록 중심성 값도 작아진다.

아이젠벡터의 중심성 값은 다음과 같다.

· 아이젠벡터 중심성 (C_i) = $\frac{1}{\lambda} \sum_{j \in N(i)} A_{ij} C_j$

· λ : 노드 i 의 아이젠 값이며, 알고리즘으로 측정이 되는 상수이다.

· $N(i)$ 는 노드 i 의 이웃노드들의 집합이다.

· A_{ij} : $n \times n$ 방향 인접 행렬 A 에서 노드 i 와 j 에 연결이 있으면 '1', 없으면 '0'이 된다.

· C_j : 노드 i 의 이웃노드들인 노드 j 의 아이젠벡터 중심성 값이다.

제 2 절 네트워크 분석결과

1. 선사의 네트워크 중심성분석

선사가 물동량의 경쟁력을 가지게 됨으로서 항만에 행사하는 영향력도 크다. 다음 (표 4-2)는 세계 선사 1위부터 20위까지의 전체 항만의 네트워크 분석을 한 결과이다. In-degree Centrality는 각 항만의 네트워크 중심성을 측정할 때 A항만에서 B항만으로 갈 때, B항만에서 받는 중심성의 계수를 나타낸다. 세계 주요 선사들은 Go-around 방식을 선택하여 운항을 하고 있기 때문에 네트워크의 In-Out 중심성의 계수가 비슷하게 나타난다.

각 선사들의 네트워크 특성을 살펴보면 평균항만의 거리는 5.52를 나타내고 있으며 이것이 의미하는 바는 어느 특정항만에서 5.52 단계를 거치면 A항만에서 B항만으로 갈 수 있음을 의미한다. 이는 하버드 대학의 교수 Stanley Milgram이 제시한 여섯 단계 법칙에 해당되는 것으로 좁은세상 'small world'의 특성을 보여주고 있다.

네트워크 분석에서 클러스터링 계수라는 것은 인접 노드들과 삼각형 형태의 부속 그래프들이 가지는 노드들이 얼마나 많은 지를 나타내고 있는 지표이다 (김용학, 2011). 따라서 이것을 통해서 전체 클러스터에서 얼마나 연결을 맺고 있는지를 알 수 있게 된다. 노드의 수가 클수록 C/C_n 값이 커지게 된다.

| 구분 | of Links : O(m) | Density : O(m) | Average Degree : O(m) | Inclusiveness : O(m) | Reciprocity (Arc) : O(m) | Reciprocity (Dyad) : O(m) | Transitivity : O(m) | Clustering Coefficient : O(n ³) | Mean Distance : O(m) | Diameter : O(m) | Connectedness : O(m) | Efficiency : O(m) | # of Connected Nodes : O(m) |
|-------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------|---|----------------------------|--------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| 1.APM | 552 | 0.014 | 2.788 | 0.995 | 0.29 | 0.169 | 0.125 | 0.3 | 4.692 | 11 | 0.99 | 0.991 | 197 |
| 2.MSC | 410 | 0.018 | 2.715 | 0.993 | 0.293 | 0.171 | 0.12 | 0.287 | 5.088 | 15 | 0.987 | 0.988 | 150 |
| 3.CMA CGM | 581 | 0.012 | 2.677 | 0.995 | 0.269 | 0.155 | 0.157 | 0.241 | 5.371 | 16 | 0.991 | 0.992 | 216 |
| 4.APL | 280 | 0.032 | 2.979 | 0.989 | 0.307 | 0.181 | 0.188 | 0.366 | 4.149 | 11 | 0.979 | 0.978 | 93 |
| 5.Evergreen | 469 | 0.022 | 3.205 | 0.993 | 0.338 | 0.203 | 0.189 | 0.307 | 4.84 | 16 | 0.986 | 0.984 | 145 |
| 6.Hapag- Lloyd | 535 | 0.019 | 3.147 | 0.994 | 0.325 | 0.194 | 0.158 | 0.295 | 4.629 | 13 | 0.977 | 0.987 | 169 |
| 7.COSCO | 283 | 0.026 | 2.721 | 0.99 | 0.297 | 0.174 | 0.153 | 0.323 | 4.547 | 14 | 0.981 | 0.983 | 103 |
| 8.CSAV | 212 | 0.023 | 2.186 | 0.99 | 0.226 | 0.128 | 0.104 | 0.238 | 5.414 | 14 | 0.979 | 0.987 | 96 |
| 9.CSCL | 245 | 0.022 | 2.333 | 0.99 | 0.278 | 0.161 | 0.165 | 0.226 | 5.174 | 14 | 0.981 | 0.987 | 104 |
| 10.HanJin | 329 | 0.022 | 2.667 | 0.992 | 0.323 | 0.192 | 0.148 | 0.272 | 4.696 | 16 | 0.984 | 0.986 | 122 |
| 11.MOL | 429 | 0.018 | 2.773 | 0.994 | 0.326 | 0.194 | 0.179 | 0.284 | 5.412 | 22 | 0.974 | 0.988 | 153 |
| 12.OOCL | 287 | 0.03 | 2.929 | 0.99 | 0.341 | 0.206 | 0.182 | 0.294 | 4.57 | 14 | 0.98 | 0.979 | 97 |
| 13.Hamburg Sud | 284 | 0.016 | 2.119 | 0.993 | 0.197 | 0.109 | 0.104 | 0.241 | 6.502 | 17 | 0.985 | 0.991 | 133 |
| 14.NYK | 392 | 0.017 | 2.559 | 0.993 | 0.297 | 0.173 | 0.15 | 0.225 | 5.963 | 22 | 0.987 | 0.989 | 151 |
| 15.K Line | 336 | 0.022 | 2.694 | 0.992 | 0.292 | 0.17 | 0.165 | 0.261 | 4.66 | 13 | 0.984 | 0.986 | 123 |
| 16.Zim | 222 | 0.023 | 2.265 | 0.99 | 0.288 | 0.168 | 0.132 | 0.219 | 5.51 | 14 | 0.959 | 0.986 | 97 |
| 17.Yang Ming | 287 | 0.027 | 2.74 | 0.99 | 0.3 | 0.176 | 0.168 | 0.24 | 4.56 | 12 | 0.981 | 0.982 | 103 |
| 18.HMM | 318 | 0.025 | 2.814 | 0.991 | 0.314 | 0.187 | 0.169 | 0.33 | 4.749 | 16 | 0.982 | 0.983 | 112 |
| 19.PIL | 198 | 0.021 | 2.02 | 0.99 | 0.273 | 0.158 | 0.122 | 0.163 | 5.003 | 14 | 0.98 | 0.989 | 97 |
| 20.UASC | 146 | 0.034 | 2.212 | 0.985 | 0.247 | 0.141 | 0.133 | 0.238 | 4.68 | 13 | 0.97 | 0.98 | 65 |

(표 4-4) 선사별 네트워크 특성

각 선사별 네트워크 분석을 하기에 앞서 2010년과 2011년의 전체 네트워크 분석을 실시하였다. 2010년과 선사 네트워크를 살펴보면 연결 중심성, 근접 중심성, 매개 중심성이 높은 항만은 Singapore으로 나타났으며 아이젠벡터중심성이 높은 항만은 Shanghai로 나타났다. 이는 2010년의 중심성이 가장 높은 항만은 Shanghai였으며 Singapore는 두 번째로 높았다. 물동량 변수를 투입하지 않고 선사들의 운항 정보만을 가지고 분석을 했을 때 이에 아이젠벡터 중심성이 가장 영향력을 많이 미친다고 볼 수 있다.

2011년 역시 중심성이 가장 높은 항만은 Shanghai였으며 Singapore는 두 번째로 높았다. 아이젠벡터 중심성은 영향력있는 노드들과 얼마나 많이 링크되고 있는가를 나타내는 척도라고 앞에서 설명했다. 이것이 항만에서 의미하는 바는 처리 물동량이 많거나 많이 링크되는 항만이 중심성이 높다고 볼 수 있을 것이다. 아이젠벡터 중심성에 랭크된 항만들을 살펴보면 Shanghai, Ningbo, Hong Kong, Yantian, Singapore등으로 중국에 위치하고 있는 항만들이 많다. 중국에서 영향력이 있는 항만들이 많이 있으며 그 항만들의 허브 항만 역할을 Shanghai가 하고 있음을 알 수 있다.



| 2010 | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|------|----------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|---------------------------|-------------|---------------------------|
| 1 | Algeciras | 0.05802 | JebelAli | 0.249119 | Algeciras | 0.25821 | Algeciras | 0.06707 |
| 2 | Shanghai | 0.037543 | Algeciras | 0.244473 | Salalah | 0.15245 | Bremerhaven | 0.056316 |
| 3 | Yantian | 0.03413 | Salalah | 0.241471 | Bremerhaven | 0.106085 | Shanghai | 0.053062 |
| 4 | TanjungPelepas | 0.03413 | PortNewark | 0.239371 | Shanghai | 0.105556 | Yantian | 0.038832 |
| 5 | Salalah | 0.03413 | Tanjung Pelepas | 0.231325 | JebelAli | 0.099327 | Salalah | 0.036274 |
| 6 | HongKong | 0.03413 | Bremerhaven | 0.231131 | PortNewark | 0.097816 | Rotterdam | 0.033327 |
| 7 | Bremerhaven | 0.030717 | Rotterdam | 0.230743 | Santos | 0.096019 | Tangier | 0.031139 |
| 8 | Rotterdam | 0.030717 | Shanghai | 0.22978 | Yantian | 0.09545 | HongKong | 0.029705 |
| 9 | JebelAli | 0.030717 | Tangier | 0.227126 | Rotterdam | 0.09384 | Singapore | 0.029644 |
| 10 | PortNewark | 0.027304 | Yantian | 0.226193 | Tanjung Pelepas | 0.08929 | Santos | 0.017881 |

(표 4-5) 2010년 전체 선사네트워크의 중심성

| 2011 | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|------|-----------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|
| 1 | Algeciras | 0.106599 | Algeciras | 0.349087 | Rotterdam | 0.300471 | Yantian | 0.403599 |
| 2 | TanjungPelepas | 0.081218 | Rotterdam | 0.313895 | Balboa | 0.166977 | Tanjung Pelepas | 0.388986 |
| 3 | HongKong | 0.06599 | Felixstowe | 0.308379 | Tanjung Pelepas | 0.150268 | HongKong | 0.360622 |
| 4 | Shanghai | 0.06599 | TanjungPel epas | 0.30353 | Algeciras | 0.143385 | Shanghai | 0.343876 |
| 5 | Rotterdam | 0.060914 | Singapore | 0.303054 | Bremerhave n | 0.121322 | Ningbo | 0.286492 |
| 6 | Salalah | 0.055838 | PortSaid | 0.294276 | Miami | 0.111338 | Singapore | 0.250516 |
| 7 | Yantian | 0.050761 | Bremerhave n | 0.29205 | Tangier | 0.106169 | PortKlang | 0.228132 |
| 8 | Bremerhave n | 0.050761 | Lome | 0.290731 | Shanghai | 0.099729 | Rotterdam | 0.132932 |
| 9 | PortKlang | 0.045685 | NewYork | 0.288558 | Salalah | 0.092057 | Busan | 0.127103 |
| 10 | Felixstowe | 0.040609 | PortNewark | 0.288127 | Singapore | 0.083369 | Chiwan | 0.124574 |

(표 4-6) 2011년 전체 선사네트워크의 중심성

다음은 1위 선사인 APMM의 연결정도 중심성을 나타내고 있다. 2AP-Moller Mearsk사는 20%의 시장 점유율을 보이며 업계 1위 자리를 분명하게 했다. Maersk사는 자사의 기업경쟁력을 강화하기 위하여 Algeciras항만을 개장하여 독점적인 경영권을 가지게 되었다.

APMM는 덴마크에 국적선을 두고 운항하는 정기선사이다. 이 선사는 유럽에는 Algeciras, 아시아권에는 Tanjung Pelepas집중 항만을 가지고 있다. Fremont(2007)의 사례연구에 따르면 Tanjung Pelepas 처리 물량의 80%는 APMM의 화물이라고 밝혔다.

그렇게 함으로써 항만 운영권에도 영향력을 가지게 되었다. 이를 통해서 항만은 이윤이 창출되는 화물유치를 위해서 선사와의 긴밀한 관계가 필요하다고 볼 수 있다.

2010년 APMM의 중심성이 높은 항만은 Algeciras와 Shanghai, Salalah로 나타났으며 2011년에 집중하고 있는 항만은 Algeciras와 Tanjung Pelepas, Hong Kong 등으로 나타났다.



(그림 4-7) APMM의 2010년 연결 중심성 MAP



(그림 4-8) APMM의 2011년 연결 중심성 MAP



| APMM | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|------|----------------|-------------------------|----------------|----------------------------|----------------|---------------------------|-------------|---------------------------|
| 1 | Algeciras | 0.05802 | JebelAli | 0.249119 | Algeciras | 0.25821 | Algeciras | 0.06707 |
| 2 | Shanghai | 0.037543 | Algeciras | 0.244473 | Salalah | 0.15245 | Bremerhaven | 0.056316 |
| 3 | Yantian | 0.03413 | Salalah | 0.241471 | Bremerhaven | 0.106085 | Shanghai | 0.053062 |
| 4 | TanjungPelepas | 0.03413 | PortNewark | 0.239371 | Shanghai | 0.105556 | Yantian | 0.038832 |
| 5 | Salalah | 0.03413 | TanjungPelepas | 0.231325 | JebelAli | 0.099327 | Salalah | 0.036274 |
| 6 | HongKong | 0.03413 | Bremerhaven | 0.231131 | PortNewark | 0.097816 | Rotterdam | 0.033327 |
| 7 | Bremerhaven | 0.030717 | Rotterdam | 0.230743 | Santos | 0.096019 | Tangier | 0.031139 |
| 8 | Rotterdam | 0.030717 | Shanghai | 0.22978 | Yantian | 0.09545 | HongKong | 0.029705 |
| 9 | JebelAli | 0.030717 | Tangier | 0.227126 | Rotterdam | 0.09384 | Singapore | 0.029644 |
| 10 | PortNewark | 0.027304 | Yantian | 0.226193 | TanjungPelepas | 0.08929 | Santos | 0.017881 |

(표 4-7) APMM의 2010년 항로 중심성

| 1위선사 | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|------|--------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|
| 1 | Algeciras | 0.106599 | Algeciras | 0.349087 | Rotterdam | 0.300471 | Yantian | 0.403599 |
| 2 | Tanjung Pelepas | 0.081218 | Rotterdam | 0.313895 | Balboa | 0.166977 | Tanjung Pelepas | 0.388986 |
| 3 | HongKong | 0.06599 | Felixstowe | 0.308379 | Tanjung Pelepas | 0.150268 | HongKong | 0.360622 |
| 4 | Shanghai | 0.06599 | Tanjung Pelepas | 0.30353 | Algeciras | 0.143385 | Shanghai | 0.343876 |
| 5 | Rotterdam | 0.060914 | Singapore | 0.303054 | Bremerhaven | 0.121322 | Ningbo | 0.286492 |
| 6 | Salalah | 0.055838 | PortSaid | 0.294276 | Miami | 0.111338 | Singapore | 0.250516 |
| 7 | Yantian | 0.050761 | Bremerhaven | 0.29205 | Tangier | 0.106169 | PortKlang | 0.228132 |
| 8 | Bremerhaven | 0.050761 | Lome | 0.290731 | Shanghai | 0.099729 | Rotterdam | 0.132932 |
| 9 | PortKlang | 0.045685 | NewYork | 0.288558 | Salalah | 0.092057 | Busan | 0.127103 |
| 10 | Felixstowe | 0.040609 | PortNewark | 0.288127 | Singapore | 0.083369 | Chiwan | 0.124574 |

(표 4-8) APMM의 2011년 항로 중심성

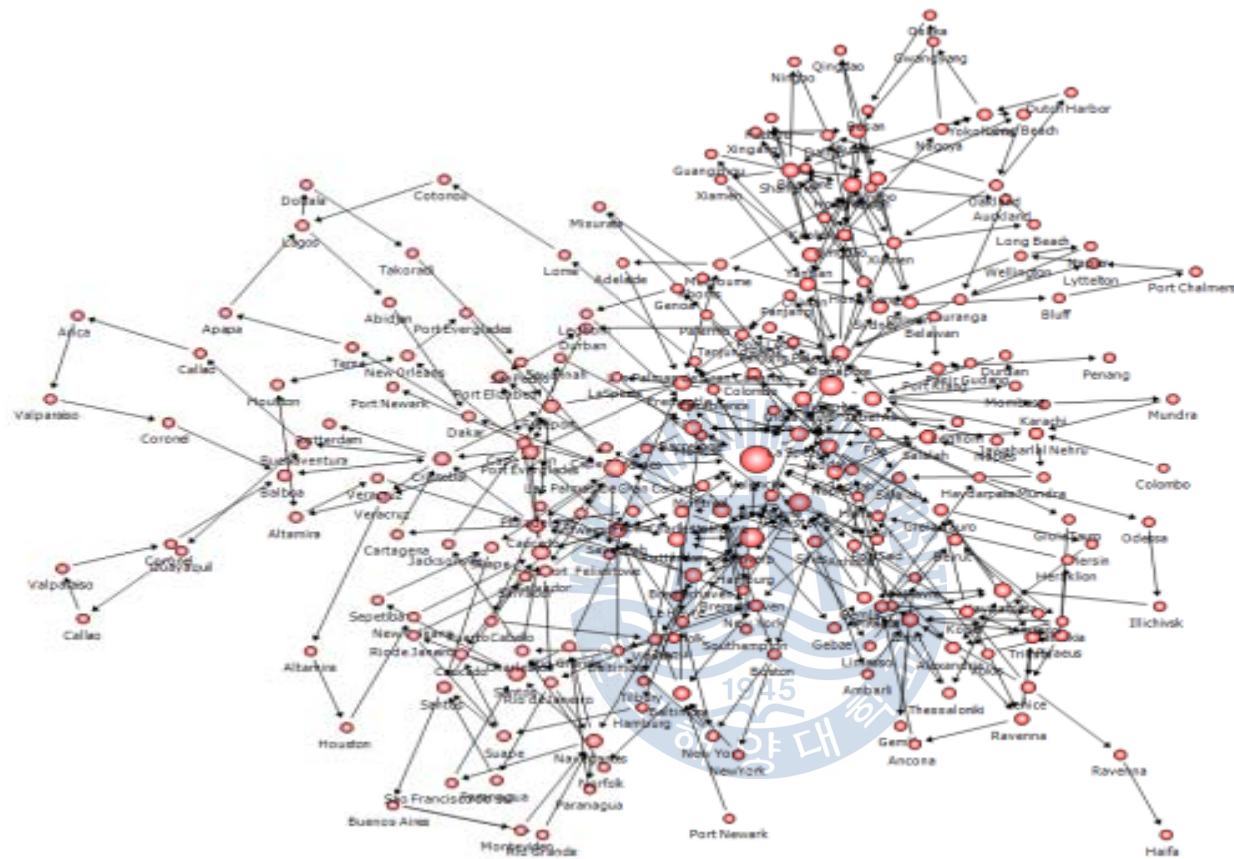
다음은 MSC의 연결정도 중심성을 나타내고 있다. 2010년과 2011년 모두 MSC사는 2위에 머무르고 있다. MSC는 스위스에 국적선을 두고 운항하는 정기선사이다.

2010년 MSC의 중심성이 높은 항만은 Valencia와 Antwerp, Singapore로 나타났으며 2011년에 집중하고 있는 항만은 Valencia와 Felixstowe, Singapore 등으로 나타났다.

이를 통해서 MSC는 자국처리물량이 높다고 볼 수 있다. 집중하고 있는 항로 역시 미주-구주 노선으로 보인다. 그 외에도 순위권에 있는 항만들은 모두 유럽항만으로 나타났다. 이러한 선사들에게는 아시아 항만이 틈새시장이 될 수가 있을 것으로 보인다.



(그림 4-9) MSC의 2010 연결 중심성 MAP



(그림 4-10) MSC의 2011년 연결 중심성 MAP



| MSC | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|-----|----------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|------------|---------------------------|
| 1 | Valencia | 0.070423 | Valencia | 0.266449 | Valencia | 0.36249 | Singapore | 0.142262 |
| 2 | Antwerp | 0.042254 | Jeddah | 0.242081 | Singapore | 0.185313 | Valencia | 0.086275 |
| 3 | Singapore | 0.042254 | GioiaTauro | 0.239202 | LasPalmasde GranCanaria | 0.145759 | Felixstowe | 0.075479 |
| 4 | LasPalmasde GranCanaria | 0.037559 | LasPalmasde GranCanaria | 0.233104 | Antwerp | 0.139384 | Salalah | 0.059314 |
| 5 | Felixstowe | 0.037559 | Antwerp | 0.232565 | Cristobal | 0.119446 | Antwerp | 0.04588 |
| 6 | HongKong | 0.028169 | Singapore | 0.232565 | Felixstowe | 0.114442 | Yantian | 0.039309 |
| 7 | LeHavre | 0.023474 | Felixstowe | 0.225779 | Caucedo | 0.094949 | NewYork | 0.03247 |
| 8 | LaSpezia | 0.023474 | JebelAli | 0.225021 | JebelAli | 0.089277 | Charleston | 0.031641 |
| 9 | Fremantle | 0.023474 | Barcelona | 0.223521 | Chiwan | 0.084443 | Chiwan | 0.027894 |
| 10 | Jeddah | 0.023474 | Naples | 0.222532 | Freeport | 0.082264 | LeHavre | 0.025105 |

(표 4-9) MSC의 2010년 항로 중심성

| MSC | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|-----|----------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|------------|---------------------------|
| 1 | Valencia | 0.086667 | Valencia | 0.334857 | Singapore | 0.360613 | Antwerp | 0.436903 |
| 2 | Singapore | 0.073333 | GioiaTauro | 0.308991 | Valencia | 0.307718 | Felixstowe | 0.377646 |
| 3 | Felixstowe | 0.066667 | Jeddah | 0.30454 | Antwerp | 0.199241 | Valencia | 0.362228 |
| 4 | Antwerp | 0.066667 | Felixstowe | 0.291926 | Felixstowe | 0.155278 | LaSpezia | 0.223079 |
| 5 | LasPalmasde GranCanaria | 0.053333 | Singapore | 0.286835 | LasPalmasde GranCanaria | 0.128093 | LeHavre | 0.215853 |
| 6 | Jeddah | 0.053333 | Antwerp | 0.28628 | LaSpezia | 0.127546 | Rotterdam | 0.211254 |
| 7 | GioiaTauro | 0.053333 | LasPalmasde GranCanaria | 0.281381 | LeHavre | 0.093315 | Singapore | 0.194395 |
| 8 | Haydarpasa | 0.046667 | Barcelona | 0.277166 | Izmir | 0.089846 | GioiaTauro | 0.18777 |
| 9 | Santos | 0.046667 | Cristobal | 0.275105 | GioiaTauro | 0.086228 | Hamburg | 0.185556 |
| 10 | LaSpezia | 0.04 | Sines | 0.264298 | Gemlik | 0.073175 | Barcelona | 0.178428 |

(표 4-10) MSC의 2011년 항로 중심성

다음은 2010년과 2011년 CMA CGM의 연결정도 중심성을 나타내고 있다. 2010년과 2011년 모두 CMA CGM사는 3위에 머무르고 있다. CMA CGM는 프랑스에 국적선을 두고 운항하는 정기선사이다.

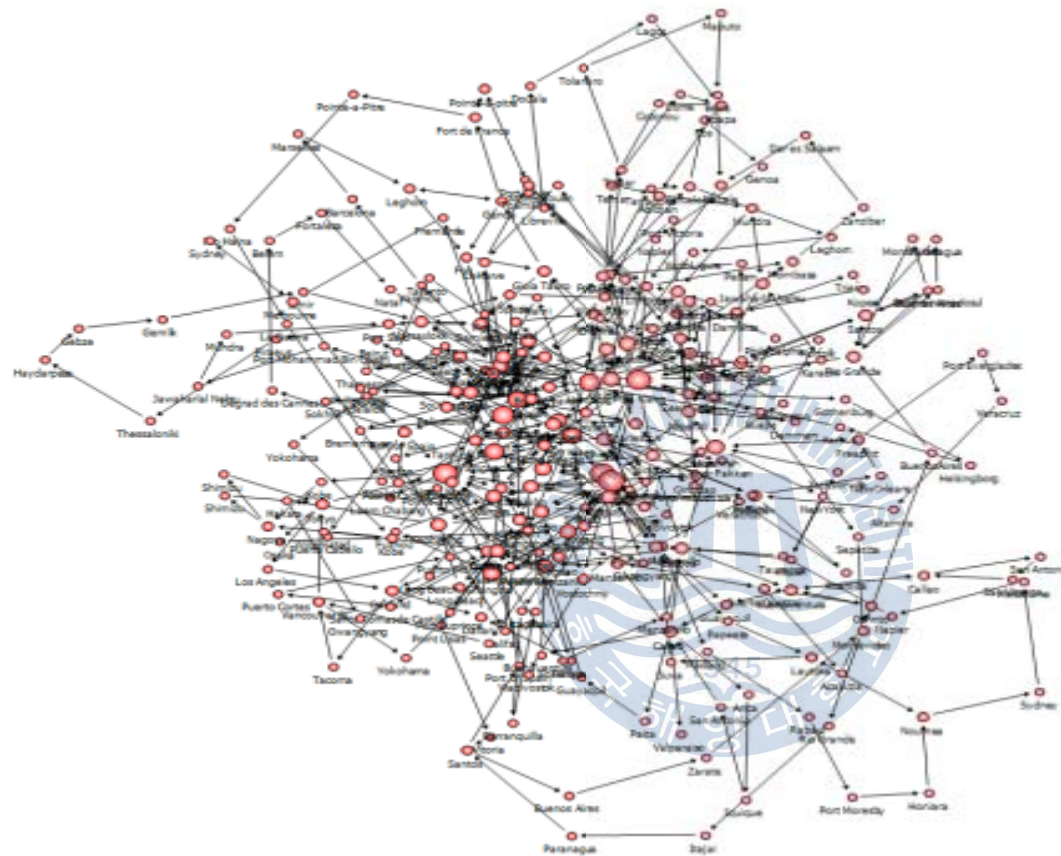
2010년 CMA CGM의 연결 중심성이 높은 항만은 Shanghai와 Yantian, Singapore로 나타났으며 2011년에 연결 중심성이 높은 항만은 HongKong와 PortKlang, Rotterdam 등으로 나타났다.

2010년 CMA CGM의 아이젠벡터 중심성이 높은 항만은 Rotterdam와 Singapore, LeHavre로 나타났으며 2011년에 아이젠벡터 중심성이 높은 항만은 HongKong와 Yantian, Shanghai 등으로 나타났다.

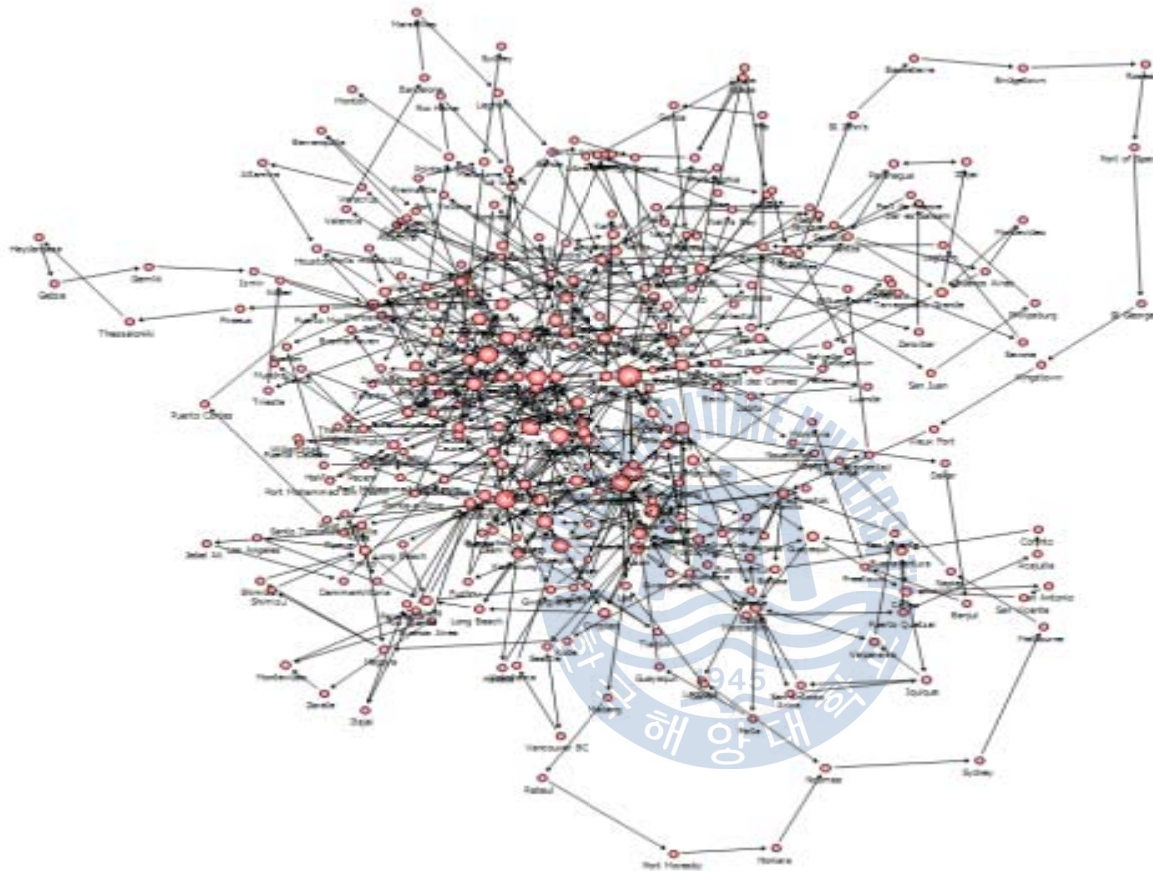
이를 통해서 CMA CGM는 MSC와 달리 유럽에 국선을 두고 있지만 위치상으로 중심에 있는 Shanghai와 HongKong등에 집중하고 있어 2위와 3위의 선사 전략이 다를 수 있다.



(그림 4-11) CMA CGM의 2010년 연결 중심성 MAP



(그림 4-12) CMA CGM의 2011년 연결 중심성 MAP



| CMA CGM | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|------------|-----------|-------------------------|------------|----------------------------|------------|---------------------------|-----------|---------------------------|
| 1 | Shanghai | 0.042553 | Hong Kong | 0.231272 | Port Klang | 0.259851 | Rotterdam | 0.071778 |
| 2 | Hong Kong | 0.039007 | Port Klang | 0.226493 | Hong Kong | 0.180998 | Singapore | 0.067993 |
| 3 | Yantian | 0.039007 | Yantian | 0.222992 | Rotterdam | 0.158152 | LeHavre | 0.05846 |
| 4 | NewYorkg | 0.039007 | Rotterdam | 0.222629 | Shanghai | 0.125385 | HongKong | 0.049519 |
| 5 | Rotterdam | 0.035461 | Le Havre | 0.22155 | Le Havre | 0.107707 | Salalah | 0.037033 |
| 6 | Hamburg | 0.031915 | Shanghai | 0.219773 | Algeciras | 0.093828 | Yantian | 0.030967 |
| 7 | PortKlang | 0.028369 | NewYork | 0.214778 | Marsaxlokk | 0.093602 | Tangier | 0.026119 |
| 8 | LeHavre | 0.028369 | Port Said | 0.21461 | Busan | 0.09314 | Kingston | 0.023644 |
| 9 | Singapore | 0.028369 | Ningbo | 0.21344 | Singapore | 0.09087 | Shanghai | 0.023077 |
| 10 | JebelAli | 0.024823 | Tangier | 0.212118 | Kingston | 0.088885 | Colombo | 0.022339 |

(표 4-11) CMA CGM의 2010년 항로 중심성

| CMA CGM | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|------------|------------|-------------------------|------------|----------------------------|------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|
| 1 | HongKong | 0.087963 | HongKong | 0.282701 | PortKlang | 0.321231 | HongKong | 0.448377 |
| 2 | PortKlang | 0.078704 | PortKlang | 0.282328 | LeHavre | 0.220586 | Yantian | 0.338277 |
| 3 | Rotterdam | 0.064815 | Rotterdam | 0.279379 | Singapore | 0.166687 | Shanghai | 0.32335 |
| 4 | Shanghai | 0.055556 | Tangier | 0.276849 | Colombo | 0.127587 | Chiwan | 0.317395 |
| 5 | LeHavre | 0.055556 | LeHavre | 0.276135 | HongKong | 0.125306 | PortKlang | 0.312409 |
| 6 | Singapore | 0.046296 | Salalah | 0.275779 | Rotterdam | 0.11948 | Ningbo | 0.308312 |
| 7 | Tangier | 0.046296 | Marsaxlokk | 0.273314 | Salalah | 0.117605 | Singapore | 0.295424 |
| 8 | Busan | 0.041667 | Qingdao | 0.268513 | Zeebrugge | 0.114706 | Xiamen | 0.196844 |
| 9 | Colombo | 0.041667 | Shanghai | 0.268176 | Marsaxlokk | 0.11393 | Tanjung Pelepas | 0.165982 |
| 10 | Marsaxlokk | 0.041667 | PortSaid | 0.266506 | Yantian | 0.113794 | Busan | 0.129798 |

(표 4-12) CMA CGM의 2011년 항로 중심성

4위는 APL이다. APL은 미국에서 시작한 가장 큰 선사이며 Singapore에 사업을 집중하고 있다.

2010년 APL의 연결 중심성이 높은 항만은 Singapore와 HongKong, Kaohsiung으로 나타났으며 2011년에 연결 중심성이 높은 항만은 Singapore와 Kaohsiung, HongKong, 등으로 나타났다.

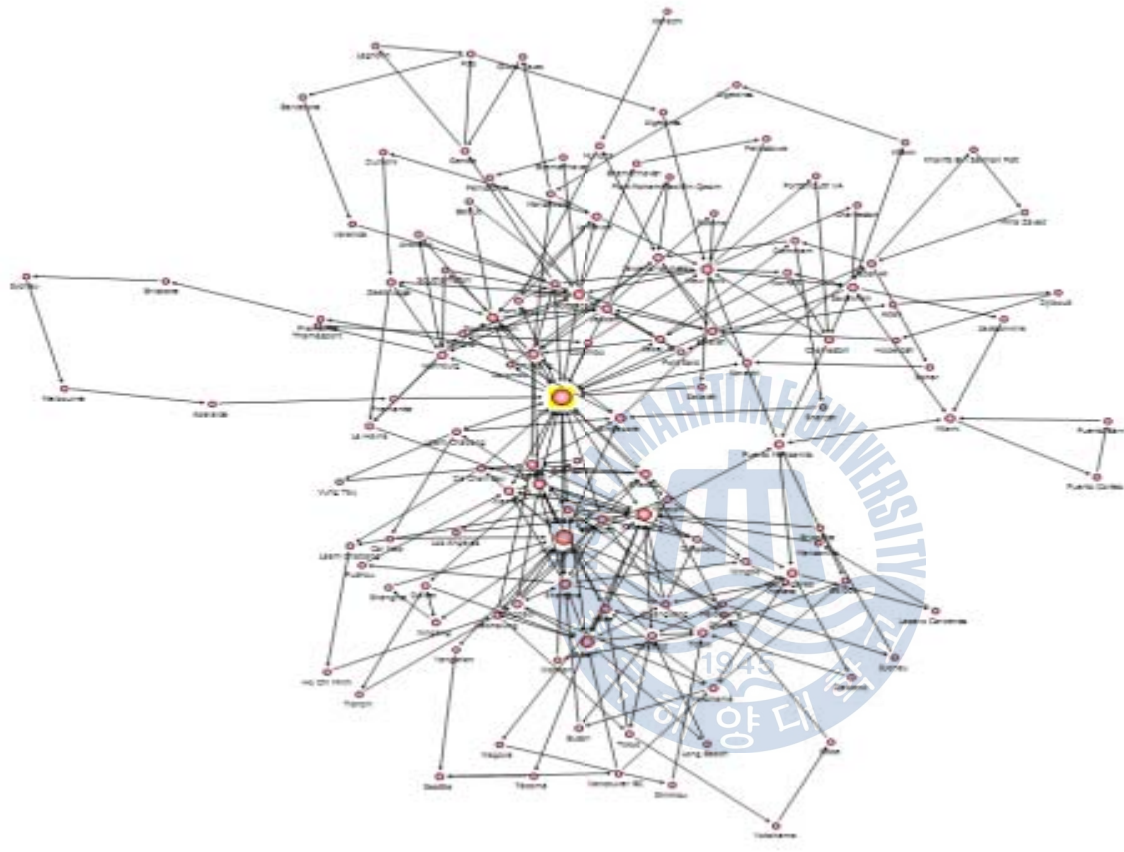
2010년의 아이젠벡터 중심성이 높은 항만은 Rotterdam와 Singapore, LeHavre로 나타났으며 2011년의 아이젠벡터 중심성이 높은 항만은 HongKong와 Yantian, Shanghai 등으로 나타났다.



(그림 4-13) APL의 2010년 연결 중심성 MAP



(그림 4-14) APL의 2011년 연결 중심성 MAP



| APL | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|-----|------------|-------------------------|-----------|----------------------------|------------|---------------------------|-----------|---------------------------|
| 1 | Singapore | 0.155844 | Singapore | 0.332322 | Singapore | 0.416037 | Singapore | 0.203461 |
| 2 | HongKong | 0.142857 | HongKong | 0.320919 | PortKlang | 0.174496 | Rotterdam | 0.09192 |
| 3 | Kaohsiung | 0.103896 | Kaohsiung | 0.31175 | Chiwan | 0.14968 | HongKong | 0.080863 |
| 4 | Busan | 0.090909 | Rotterdam | 0.307359 | NewYork | 0.132769 | Kaohsiung | 0.064539 |
| 5 | Chiwan | 0.077922 | PortSaid | 0.294899 | HongKong | 0.130742 | Chiwan | 0.06186 |
| 6 | NewYork | 0.077922 | Kobe | 0.284641 | PortSaid | 0.102169 | NewYork | 0.059586 |
| 7 | LosAngeles | 0.077922 | Shanghai | 0.284641 | Rotterdam | 0.099498 | PortSaid | 0.056374 |
| 8 | Shanghai | 0.077922 | Chiwan | 0.283409 | Busan | 0.09581 | LeHavre | 0.048717 |
| 9 | Rotterdam | 0.064935 | NewYork | 0.283409 | Kaohsiung | 0.095562 | Colombo | 0.036706 |
| 10 | Kobe | 0.051948 | Busan | 0.280977 | Marsaxlokk | 0.081812 | Salalah | 0.029725 |

(표 4-13) APL의 2010년 항로 중심성

| APL | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|-----|------------|-------------------------|-----------|----------------------------|-----------|---------------------------|-----------|---------------------------|
| 1 | Singapore | 0.193548 | Singapore | 0.377638 | Singapore | 0.432423 | HongKong | 0.515569 |
| 2 | Kaohsiung | 0.139785 | Kaohsiung | 0.35831 | HongKong | 0.195119 | Singapore | 0.39994 |
| 3 | HongKong | 0.129032 | Chiwan | 0.350041 | Yantian | 0.185303 | Yantian | 0.3766 |
| 4 | Busan | 0.107527 | HongKong | 0.342146 | PortKlang | 0.114615 | Chiwan | 0.28905 |
| 5 | Chiwan | 0.086022 | Yantian | 0.328559 | Chiwan | 0.099673 | Kaohsiung | 0.268129 |
| 6 | NewYork | 0.075269 | Xiamen | 0.323882 | Ningbo | 0.092803 | Shanghai | 0.197788 |
| 7 | Rotterdam | 0.075269 | Rotterdam | 0.317111 | Damietta | 0.09259 | Ningbo | 0.177072 |
| 8 | Yantian | 0.075269 | NewYork | 0.311681 | Kaohsiung | 0.088804 | Xiamen | 0.17473 |
| 9 | LosAngeles | 0.064516 | PortSaid | 0.310617 | PortSaid | 0.087647 | Busan | 0.17382 |
| 10 | Shanghai | 0.064516 | JebelAli | 0.310617 | Colombo | 0.08657 | PortKlang | 0.152368 |

(표 4-14) APL의 2011년 항로 중심성

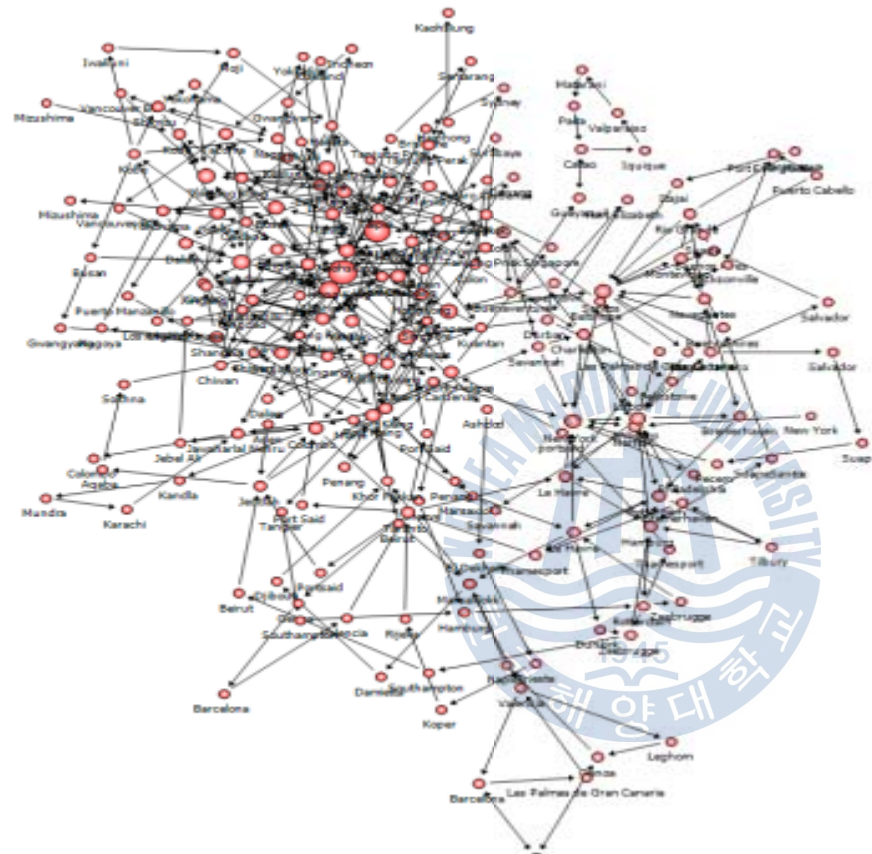
5위는 Evergreen이다. 2010년과 2011년 사이에 순위변동이 있었다.

2010년 Evergreen의 연결 중심성이 높은 항만은 HongKong과 Kaohsiung, Shanghai로 나타났으며 2011년의 연결 중심성이 높은 항만은 Kaohsiung과 Singapore, HongKong 등으로 나타났다.

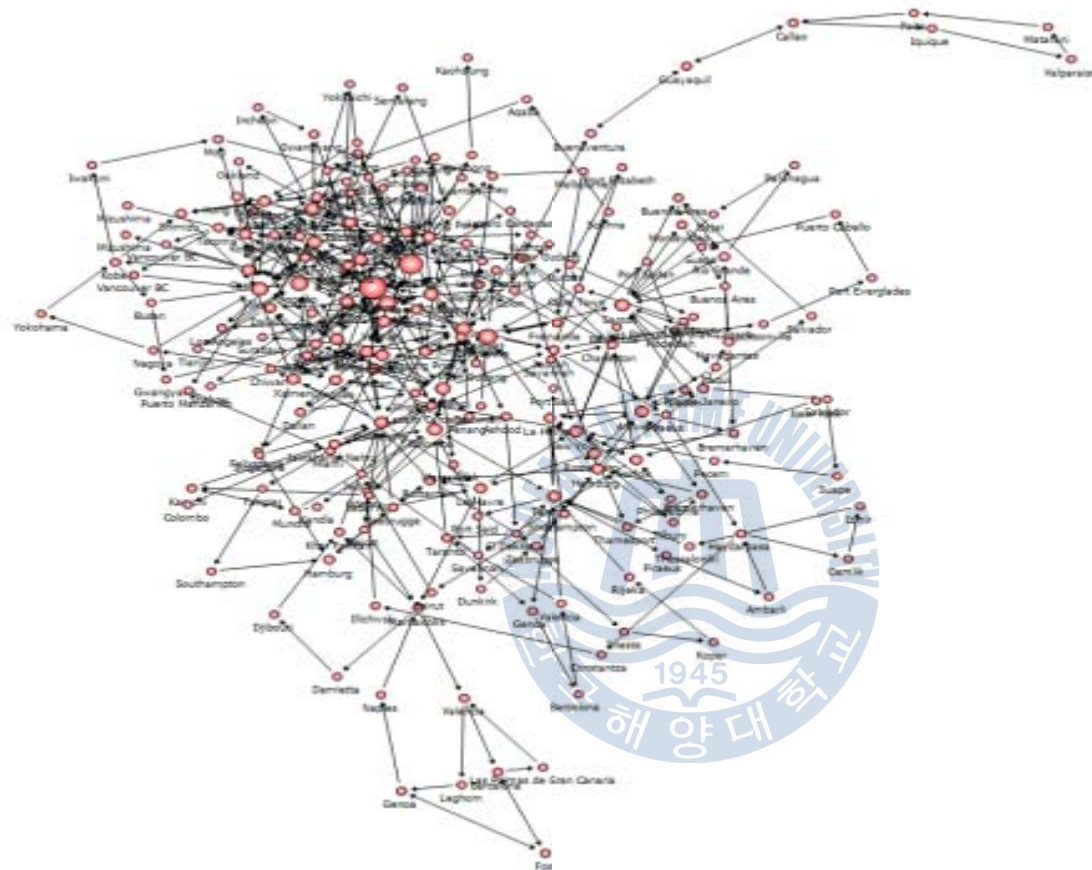
2010년 Evergreen의 아이젠벡터 중심성이 높은 항만은 Singapore과 Rotterdam, Qingdao로 나타났으며 2011년의 아이젠벡터 중심성이 높은 항만은 HongKong와 Shanghai, Ningbo 등으로 나타났다.



(그림 4-15) Evergreen의 2010년 연결 중심성 MAP



(그림 4-16) Evergreen의 2011년 연결 중심성 MAP



| Evergreen | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|-----------|-----------------|----------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|------------------------|------------|------------------------|
| 1 | HongKong | 0.096939 | HongKong | 0.271168 | HongKong | 0.220592 | Singapore | 0.077826 |
| 2 | Kaohsiung | 0.086735 | Kaohsiung | 0.259836 | Singapore | 0.215382 | Rotterdam | 0.052937 |
| 3 | Shanghai | 0.056122 | Singapore | 0.251151 | Kaohsiung | 0.211679 | Qingdao | 0.047385 |
| 4 | Singapore | 0.040816 | Tanjung Pelepas | 0.248384 | Tanjung Pelepas | 0.152045 | Kaohsiung | 0.046534 |
| 5 | Tanjung Pelepas | 0.040816 | Shanghai | 0.247023 | Santos | 0.123304 | Antwerp | 0.045282 |
| 6 | Qingdao | 0.040816 | Singapore | 0.236649 | Colon | 0.108816 | LeHavre | 0.041465 |
| 7 | Tokyo | 0.040816 | Busan | 0.233887 | Colombo | 0.102931 | HongKong | 0.038186 |
| 8 | NewYork | 0.035714 | Colon | 0.23208 | Port Klang | 0.101192 | Yantian | 0.028368 |
| 9 | Busan | 0.035714 | Port Klang | 0.231188 | Marsaxlokk | 0.096718 | Jeddah | 0.0253 |
| 10 | Yantian | 0.035714 | LosAngeles | 0.230892 | Taranto | 0.094434 | Felixstowe | 0.019277 |

(표 4-15) Evergreen의 2010년 항로 중심성

| Evergreen | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|-----------|-----------------|----------------------|-----------|-------------------------|----------------|------------------------|-----------------|------------------------|
| 1 | Kaohsiung | 0.131034 | Singapore | 0.342942 | TanjungPelepas | 0.308428 | HongKong | 0.487651 |
| 2 | Singapore | 0.124138 | Kaohsiung | 0.319926 | Singapore | 0.22044 | Shanghai | 0.383971 |
| 3 | HongKong | 0.124138 | PortKlang | 0.318501 | Yantian | 0.204438 | Ningbo | 0.366892 |
| 4 | PortKlang | 0.089655 | HongKong | 0.313612 | PortKlang | 0.141108 | Kaohsiung | 0.363383 |
| 5 | Qingdao | 0.082759 | Shanghai | 0.301067 | HongKong | 0.126232 | Yantian | 0.330454 |
| 6 | Shanghai | 0.082759 | Qingdao | 0.297312 | Kaohsiung | 0.108435 | Qingdao | 0.199783 |
| 7 | Tokyo | 0.068966 | Manila | 0.29486 | Colombo | 0.108297 | Singapore | 0.176312 |
| 8 | Busan | 0.062069 | Yantian | 0.290664 | Laem Chabang | 0.107555 | Tanjung Pelepas | 0.157433 |
| 9 | Tanjung Pelepas | 0.055172 | Xingang | 0.288903 | LeHavre | 0.107068 | Xiamen | 0.140413 |
| 10 | Santos | 0.055172 | LeHavre | 0.286014 | Manila | 0.1048 | Taichung | 0.134229 |

(표 4-16) Evergreen의 2011년 항로 중심성

6위는 Hapag-Lloyd는 독일에 국적을 두고 있는 선사이다.

2010년의 연결 중심성이 높은 항만은 Singapore와 Busan, Antwerp로 나타났으며 2011년의 연결 중심성이 높은 항만은 Singapore와 Busan, Antwerp로 등으로 나타났다.

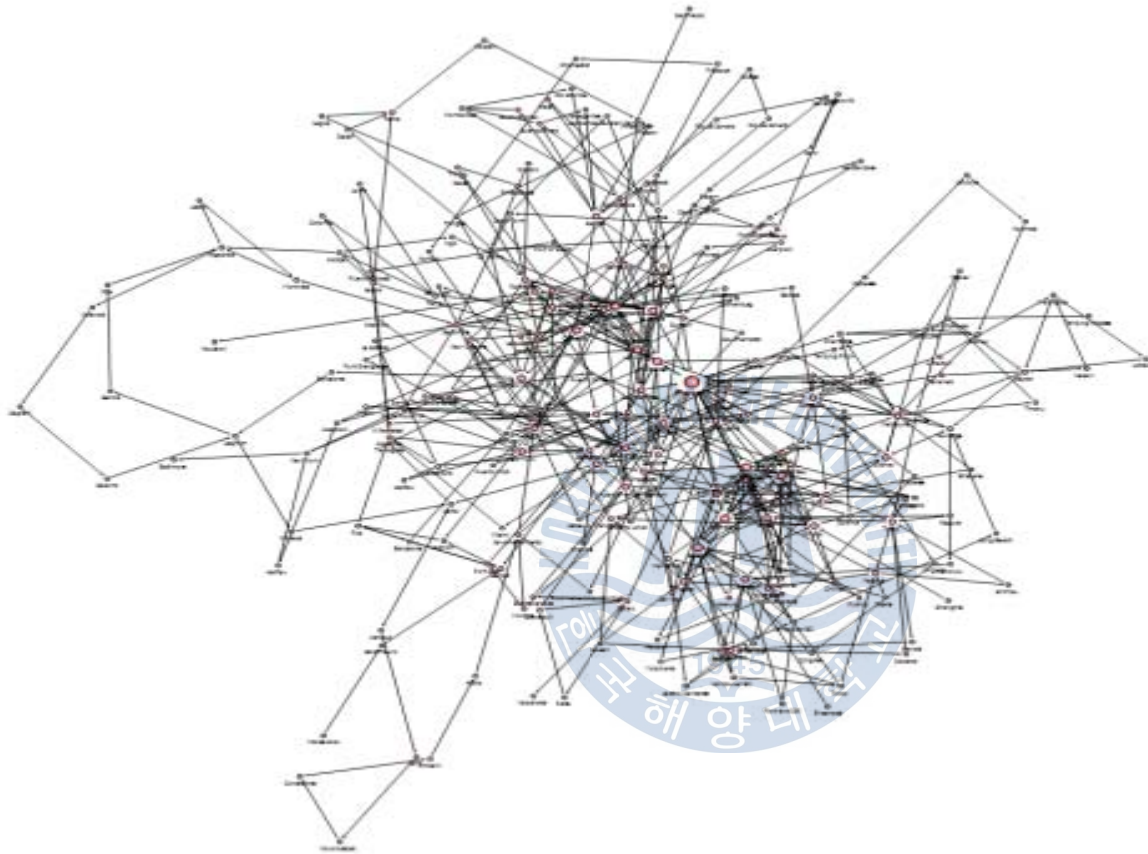
2010년의 아이젠벡터 중심성이 높은 항만은 Singapore과 Rotterdam, Hongkong으로 나타났으며 2011년의 아이젠벡터 중심성이 높은 항만은 HongKong와 Singapore, Shanghai 등으로 나타났다.



(그림 4-17) Hapag-Lloyd의 2010년 연결 중심성 MAP



(그림 4-18) Hapag-Lloyd의 2011년 연결 중심성 MAP



| Hapag-Lloyd | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|-------------|-----------|----------------------|-----------|-------------------------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|
| 1 | Singapore | 0.092 | HongKong | 0.23881 | Singapore | 0.266092 | Singapore | 0.112612 |
| 2 | Busan | 0.048 | Singapore | 0.225488 | Caucedo | 0.140629 | Rotterdam | 0.072796 |
| 3 | Antwerp | 0.04 | Shanghai | 0.22364 | Hamburg | 0.104594 | HongKong | 0.060398 |
| 4 | Hamburg | 0.036 | Yantian | 0.21871 | Colombo | 0.100563 | LeHavre | 0.041017 |
| 5 | Shekou | 0.036 | Kaohsiung | 0.203613 | Savannah | 0.097393 | Antwerp | 0.036488 |
| 6 | HongKong | 0.036 | Busan | 0.19843 | LeHavre | 0.095306 | Hamburg | 0.036296 |
| 7 | Rotterdam | 0.032 | Newyork | 0.19807 | New York | 0.094435 | Caucedo | 0.035879 |
| 8 | Colombo | 0.032 | Shekou | 0.196288 | Antwerp | 0.093821 | Savannah | 0.031118 |
| 9 | Kaohsiung | 0.032 | Fuzhou | 0.196146 | Rotterdam | 0.091889 | Kingston | 0.029889 |
| 10 | Caucedo | 0.032 | Xiamen | 0.192141 | PortKlang | 0.082918 | NewYork | 0.023458 |

(표 4-17) Hapag-Lloyd의 2010년 항로 중심성

| Hapag-Lloyd | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|-------------|-------------------|----------------------|-------------------|-------------------------|-------------|------------------------|-----------|------------------------|
| 1 | Singapore | 0.130178 | Singapore | 0.324212 | Singapore | 0.298583 | HongKong | 0.424617 |
| 2 | Busan | 0.071006 | Rotterdam | 0.305035 | LeHavre | 0.142433 | Singapore | 0.400095 |
| 3 | Antwerp | 0.071006 | NewYork | 0.301138 | Savannah | 0.130033 | Shanghai | 0.335923 |
| 4 | NewYork | 0.071006 | Hamburg | 0.299498 | Antwerp | 0.126522 | Shekou | 0.302938 |
| 5 | Rotterdam | 0.065089 | Puerto Manzanillo | 0.295212 | Rotterdam | 0.111178 | Ningbo | 0.300646 |
| 6 | Kaohsiung | 0.065089 | PortKlang | 0.286998 | Southampton | 0.103068 | Kaohsiung | 0.261326 |
| 7 | Hamburg | 0.059172 | Kingston | 0.286499 | HongKong | 0.102327 | Yantian | 0.235581 |
| 8 | HongKong | 0.059172 | Savannah | 0.284034 | PortKlang | 0.098963 | Busan | 0.231378 |
| 9 | Puerto Manzanillo | 0.059172 | Auckland | 0.281131 | Colombo | 0.096725 | Qingdao | 0.189535 |
| 10 | Caucedo | 0.053254 | Kaohsiung | 0.280176 | NewYork | 0.080596 | PortKlang | 0.163962 |

(표 4-18) Hapag-Lloyd의 2011년 항로 중심성

7위는 중국에 국적을 두고 있는 COSCO이다.

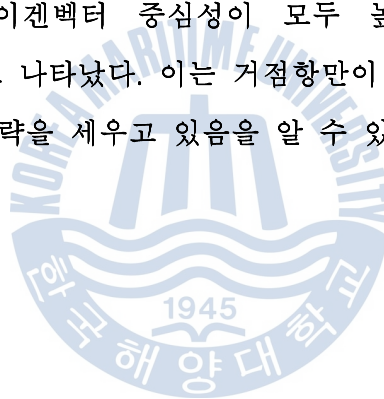
2010년의 연결 중심성이 높은 항만은 Singapore와 Busan, Antwerp로 나타났으며 2011년의 연결 중심성이 높은 항만은 Singapore와 Busan, Antwerp로 등으로 나타났다.

2010년의 아이젠벡터 중심성이 높은 항만은 Singapore과 Busan, Hongkong으로 나타났으며 2011년의 아이젠벡터 중심성이 높은 항만은 Shanghai와 Ningbo, Yantian등으로 나타났다.

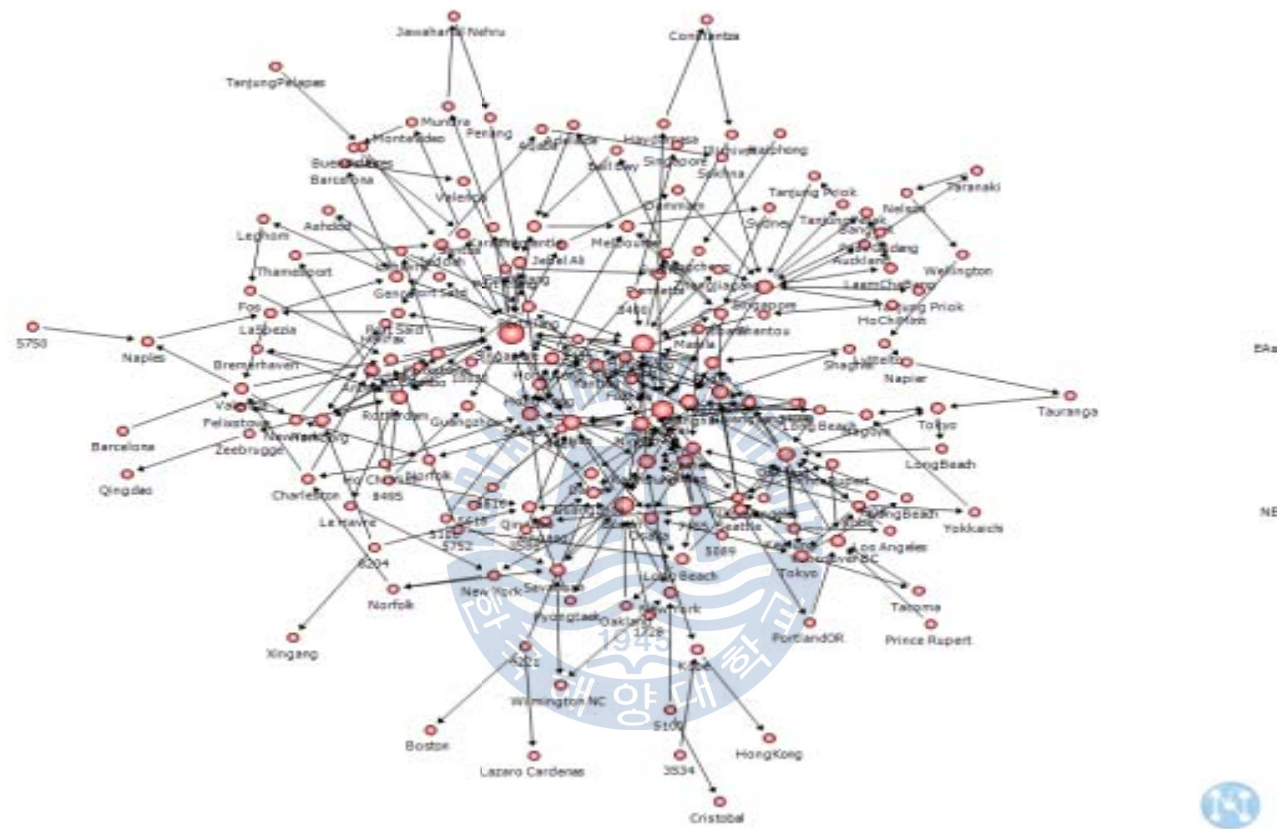
2010년과 2011년 사이에 두 선사는 서로 각각 6위와 7위로 순위 변동이 있었다. 유럽선사와 아시아선사의 순위변동 및 선사의 항만중심성에 대해서 한번 살펴볼 필요가 있을 것으로 보인다.

비슷한 순위에 있는 서로 다른 국적의 선사들이 집중하고 있는 항로와 항만에 대해서 고찰 해 볼 필요가 있을 것이다.

위에서 언급한 것처럼 유럽선사와 아시아 선사의 집중하고 있는 항만을 살펴보았을 때 연결중심성과 아이젠벡터 중심성이 모두 높게 나온 항만은 Singapore와 Hongkong 항만으로 나타났다. 이는 거점항만이 되는 아시아의 항만으로 두 선사들은 허브항만 전략을 세우고 있음을 알 수 있다.



(그림 4-19) COSCO의 2010년 연결 중심성 MAP



(그림 4-20) COSCO의 2011년 연결 중심성 MAP



| COSCO | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|-------|-----------|-------------------------|----------------------|----------------------------|-----------|---------------------------|------------|---------------------------|
| 1 | Singapore | 0.080808 | Port Everglades | 0.163859 | Singapore | 0.23414 | Singapore | 0.15182 |
| 2 | Shanghai | 0.060606 | NewYark | 0.141106 | HongKong | 0.166434 | Busan | 0.062651 |
| 3 | HongKong | 0.060606 | Baltimore | 0.148419 | Yantian | 0.075709 | HongKong | 0.050295 |
| 4 | Busan | 0.050505 | Charleston | 0.130039 | Shanghai | 0.073297 | Kaohsiung | 0.049208 |
| 5 | Yantian | 0.040404 | Cartagena | 0.170511 | Busan | 0.063111 | Antwerp | 0.044161 |
| 6 | Ningbo | 0.040404 | Puerto Manzanillo | 0.145842 | Singapore | 0.062606 | Yantian | 0.040916 |
| 7 | Kaohsiung | 0.035354 | Guayaquil | 0.1585 | Oakland | 0.049348 | Savannah | 0.035953 |
| 8 | Shekou | 0.035354 | Callao | 0.178734 | Shekou | 0.041569 | Felixstowe | 0.031732 |
| 9 | Baltimore | 0.035354 | SanAntonio | 0.183151 | Ningbo | 0.040556 | PortSaid | 0.030798 |
| 10 | Oakland | 0.030303 | SanVicente | 0.159504 | Kaohsiung | 0.035469 | Rotterdam | 0.027909 |

(표 4-19) COSCO의 2010년 항로 중심성

| COSCO | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|-------|-----------|-------------------------|-----------|----------------------------|-----------|---------------------------|-----------|---------------------------|
| 1 | HongKong | 0.145631 | Busan | 0.341249 | Singapore | 0.473419 | Shanghai | 0.505439 |
| 2 | Busan | 0.135922 | HongKong | 0.338959 | HongKong | 0.252652 | Ningbo | 0.465671 |
| 3 | Singapore | 0.135922 | Singapore | 0.337825 | Savannah | 0.194434 | Yantian | 0.375356 |
| 4 | Shanghai | 0.116505 | Shanghai | 0.336699 | Yantian | 0.131997 | HongKong | 0.360211 |
| 5 | Xiamen | 0.067961 | Yantian | 0.302424 | PortKlang | 0.120244 | Singapore | 0.252625 |
| 6 | Yantian | 0.067961 | PortKlang | 0.299732 | Ningbo | 0.11942 | Busan | 0.246204 |
| 7 | Kaohsiung | 0.067961 | Shekou | 0.299732 | Shanghai | 0.086611 | Xiamen | 0.15756 |
| 8 | Shekou | 0.067961 | LongBeach | 0.294489 | Shekou | 0.08556 | Shekou | 0.152148 |
| 9 | Yokohama | 0.058252 | NewYork | 0.291936 | PortSaid | 0.08081 | Kaohsiung | 0.143794 |
| 10 | Tokyo | 0.058252 | Xiamen | 0.291094 | Busan | 0.074063 | Qingdao | 0.142825 |

(표 2-20) COSCO의 2011년 항로 중심성

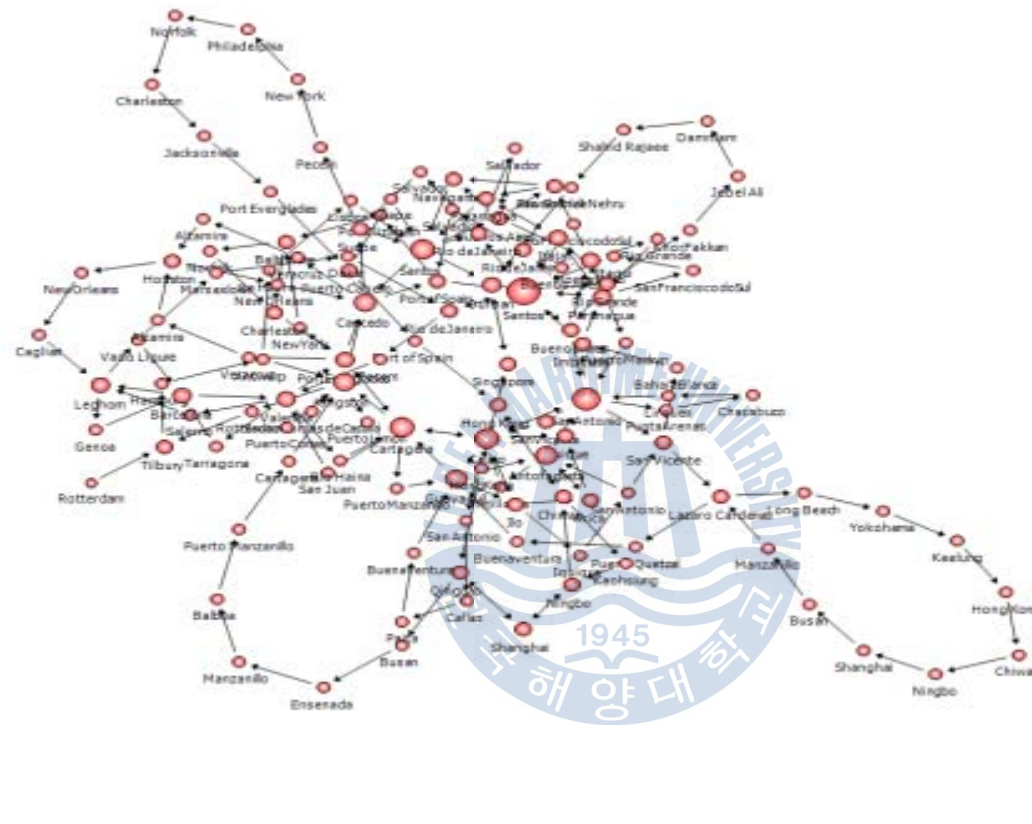
8위인 CSAV는 칠레에 국적을 두고 있는 록식그룹의 자회사로 남미 지역의 최대규모를 자랑하는 선사다. CSAV는 2010년 16위에 머물러있었지만 2011년 급 성장을 보였다. 또한 독일선사인 Hapag-Lloyd와 MOU를 체결함으로써 앞으로 귀추가 주목된다.

2010년의 연결 중심성이 높은 항만은 Santos와 San Antonio, Cartagena로 나타났으며 2011년의 연결 중심성이 높은 항만은 Santos와 San Antonio, Caucedo 등으로 나타났다.

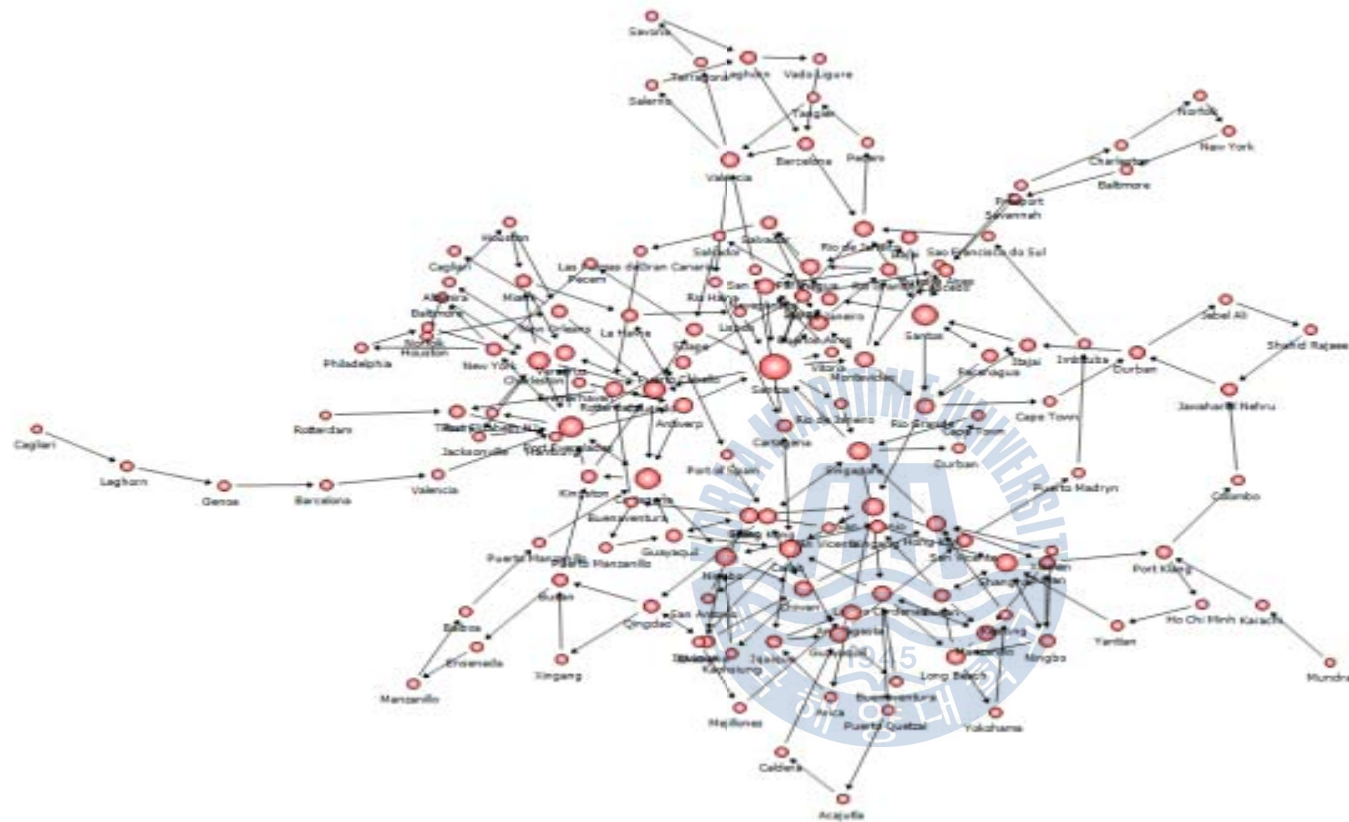
2010년의 아이젠벡터 중심성이 높은 항만은 Cartagena와 Caucedo, Ningbo로 나타났으며 2011년의 아이젠벡터 중심성이 높은 항만은 Santos와 Rio de Janeiro, Buenos Aires등으로 나타났다.



(그림 4-21) CSAV의 2010년 연결 중심성 MAP



(그림 4-22) CSAV의 2011년 연결 중심성 MAP



| CSAV | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|------|--------------------|-------------------------|--------------|----------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|
| 1 | Santos | 0.0625 | Santos | 0.199379 | Santos | 0.326667 | Cartagena | 0.124296 |
| 2 | SanAntonio | 0.046875 | Caucedo | 0.189771 | SanAntonio | 0.314524 | Caucedo | 0.081157 |
| 3 | Cartagena | 0.039062 | SanAntonio | 0.183151 | Cartagena | 0.278226 | Ningbo | 0.069892 |
| 4 | Callao | 0.039062 | Callao | 0.178734 | Caucedo | 0.254331 | Santos | 0.064388 |
| 5 | Santos | 0.039062 | Paranagua | 0.178229 | Callao | 0.236168 | Port Everglades | 0.061572 |
| 6 | Guayaquil | 0.03125 | RiodeJaneiro | 0.176729 | Kingston | 0.191679 | HongKong | 0.056708 |
| 7 | Antofagasta | 0.03125 | PortofSpain | 0.175989 | Durban | 0.188244 | Kingston | 0.052227 |
| 8 | Kingston | 0.03125 | Suape | 0.172377 | Port Everglades | 0.173815 | Busan | 0.045315 |
| 9 | Caucedo | 0.03125 | Cartagena | 0.170511 | Lazaro Cardenas | 0.149237 | Shanghai | 0.043267 |
| 10 | Port Everglades | 0.023438 | RioGrande | 0.168235 | Valencia | 0.144317 | Antwerp | 0.042499 |

(표 4-21) CSAV의 2010년 항로 중심성

| CSAV | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|------|--------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|---------------------------|--------------|---------------------------|
| 1 | Santos | 0.09375 | Santos | 0.280628 | Cartagena | 0.321024 | Santos | 0.595831 |
| 2 | Cartagena | 0.072917 | Caucedo | 0.278963 | Caucedo | 0.243879 | RiodeJaneiro | 0.374042 |
| 3 | Caucedo | 0.0625 | Cartagena | 0.277317 | Antwerp | 0.234041 | BuenosAires | 0.367566 |
| 4 | Shanghai | 0.052083 | Ningbo | 0.264074 | Santos | 0.142939 | RioGrande | 0.268701 |
| 5 | Ningbo | 0.052083 | Port Everglades | 0.261867 | Port Everglades | 0.134591 | Paranagua | 0.228398 |
| 6 | Port Everglades | 0.052083 | Kingston | 0.246747 | RiodeJaneiro | 0.132176 | Itajai | 0.223125 |
| 7 | Charleston | 0.052083 | Veracruz | 0.246101 | Guayaquil | 0.130232 | Navegantes | 0.214455 |
| 8 | Callao | 0.052083 | Callao | 0.245458 | Callao | 0.123666 | Suape | 0.190735 |
| 9 | HongKong | 0.052083 | Suape | 0.241052 | Suape | 0.118365 | Montevideo | 0.187557 |
| 10 | Busan | 0.041667 | Puerto Cabello | 0.241052 | Singapore | 0.113798 | Salvador | 0.156073 |

(표 4-22) CSAV의 2011년 항로 중심성

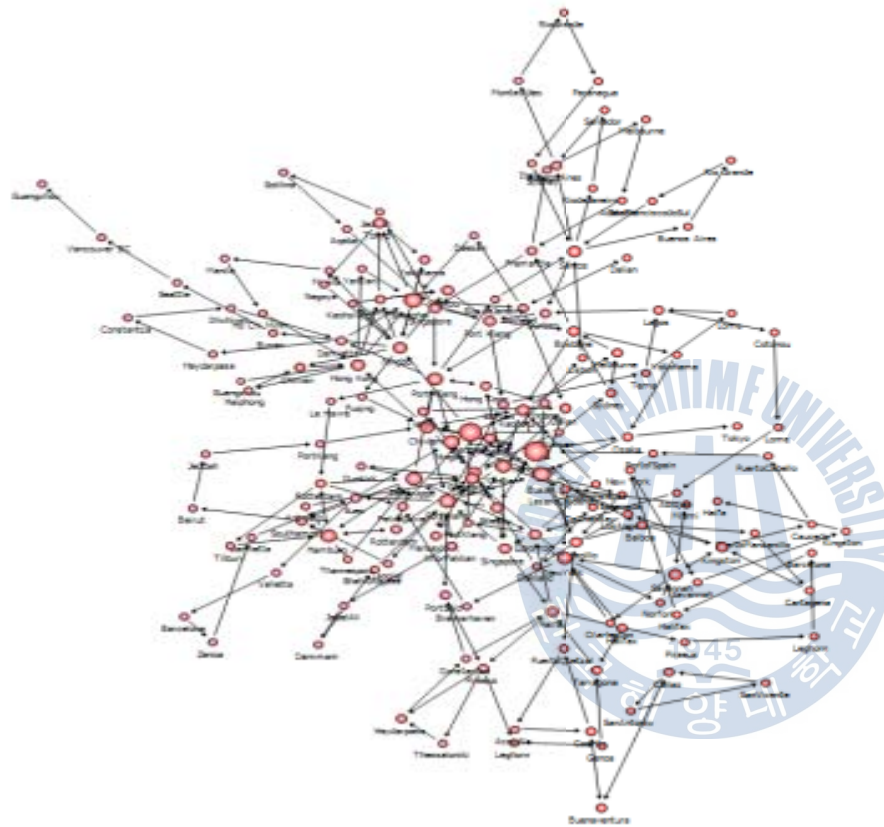
9위인 CSCL은 중국에 국적을 두고 있으며 2010년에는 8위, 2011년에는 9위로 순위변동이 있었다.

2010년의 연결 중심성이 높은 항만은 Hongkong과 Shanghai, Busan으로 나타났으며 2011년의 연결 중심성이 높은 항만은 Hongkong과 Shanghai, Port Klang등으로 나타났다.

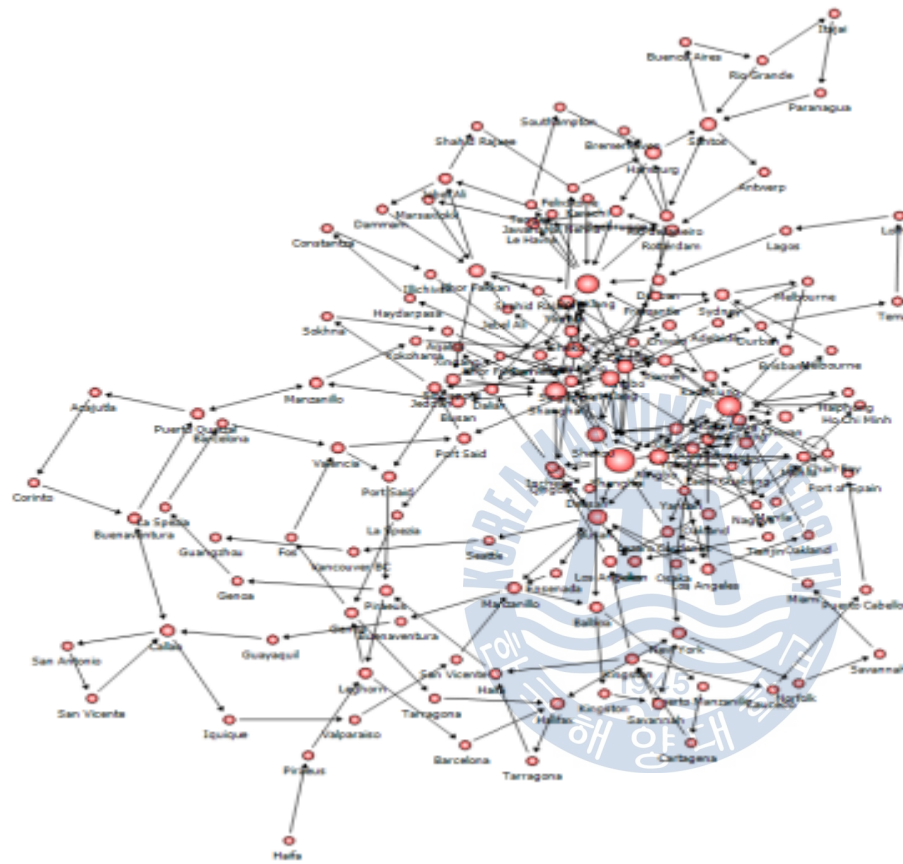
2010년의 아이젠벡터 중심성이 높은 항만은 Shanghai와 Qingdao, Rotterdam으로 나타났으며 2011년의 아이젠벡터 중심성이 높은 항만은 Shanghai와 Ningbo, Hongkong등으로 나타났다.



(그림 4-23) CSCL의 2010년 연결 중심성 MAP



(그림 4-24) CSCL의 2011년 연결 중심성 MAP



| CSCL | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|------|-----------|-------------------------|------------|----------------------------|------------|---------------------------|------------|---------------------------|
| 1 | HongKong | 0.070968 | Shanghai | 0.221146 | Port Klang | 0.217988 | Shanghai | 0.112067 |
| 2 | Shanghai | 0.064516 | Ningbo | 0.218881 | Shanghai | 0.186603 | Qingdao | 0.107459 |
| 3 | Busan | 0.045161 | HongKong | 0.217767 | Chiwan | 0.174865 | Rotterdam | 0.060373 |
| 4 | Singapore | 0.045161 | Port Klang | 0.216663 | Ningbo | 0.162872 | Yantian | 0.060186 |
| 5 | Ningbo | 0.03871 | Ningbo | 0.212358 | Busan | 0.13865 | Ningbo | 0.056946 |
| 6 | PortKlang | 0.03871 | Chiwan | 0.210961 | Santos | 0.135098 | Hamburg | 0.055245 |
| 7 | Zeebrugge | 0.03871 | Busan | 0.21027 | HongKong | 0.133098 | Singapore | 0.052572 |
| 8 | Yantian | 0.032258 | Kaohsiung | 0.201991 | Yantian | 0.117369 | Shekou | 0.049095 |
| 9 | Chiwan | 0.032258 | Yantian | 0.19434 | Durban | 0.116291 | Busan | 0.046084 |
| 10 | NewYork | 0.032258 | Shekou | 0.19434 | Zeebrugge | 0.104735 | LosAngeles | 0.042995 |

(표 4-23) CSCL의 2010년 항로 중심성

| CSCL | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|------|------------|-------------------------|------------|----------------------------|------------|---------------------------|-----------|---------------------------|
| 1 | HongKong | 0.115385 | Shanghai | 0.313876 | PortKlang | 0.414356 | Shanghai | 0.598722 |
| 2 | Shanghai | 0.115385 | Busan | 0.302699 | HongKong | 0.255118 | Ningbo | 0.593488 |
| 3 | PortKlang | 0.105769 | Qingdao | 0.292291 | Singapore | 0.186402 | HongKong | 0.253116 |
| 4 | Ningbo | 0.076923 | PortKlang | 0.286544 | Yantian | 0.185903 | Shekou | 0.206406 |
| 5 | Busan | 0.076923 | Ningbo | 0.286544 | Ningbo | 0.184637 | Yantian | 0.19064 |
| 6 | Kaohsiung | 0.057692 | HongKong | 0.281018 | Shekou | 0.150436 | Xiamen | 0.178921 |
| 7 | Shekou | 0.057692 | Shekou | 0.267041 | Busan | 0.131147 | PortKlang | 0.163412 |
| 8 | Qingdao | 0.048077 | Singapore | 0.266344 | Chiwan | 0.121117 | Busan | 0.159348 |
| 9 | KhorFakkan | 0.048077 | Yokohama | 0.263591 | Shanghai | 0.103158 | Qingdao | 0.1136 |
| 10 | Singapore | 0.048077 | LosAngeles | 0.258908 | KhorFakkan | 0.097142 | Singapore | 0.112874 |

(표 4-24) CSCL의 2011년 항로 중심성

10위는 한국에 국적을 두고 있는 Hanjin이다. Hanjin 해운은 2010년과 2011년 모두 10위에 머무르고 있다.

2010년의 연결 중심성이 높은 항만은 Singapore와 Shanghai, Kaohsiung으로 나타났으며 2011년의 연결 중심성이 높은 항만은 Busan과 Singapore, Hongkong등으로 나타났다.

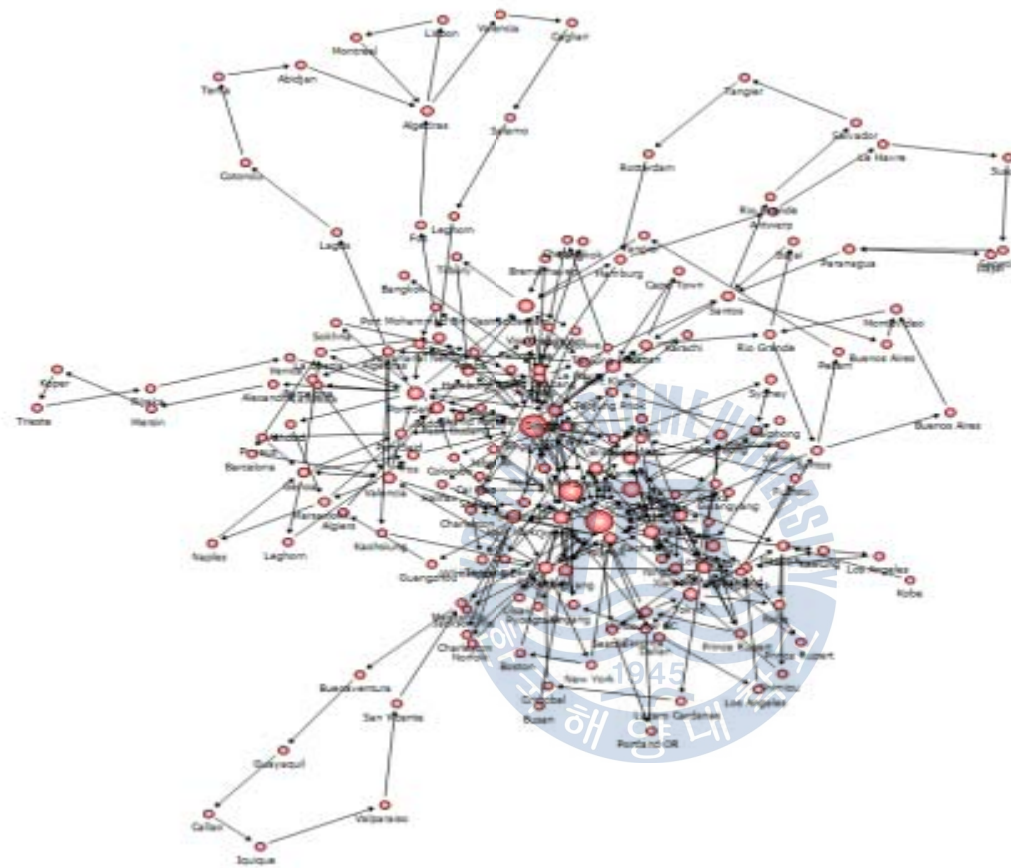
2010년의 아이젠벡터 중심성이 높은 항만은 Singapore와 Busan, Rotterdam으로 나타났으며 2011년의 아이젠벡터 중심성이 높은 항만은 Shanghai와 Ningbo, Yantian등으로 나타났다.



(그림 4-25) Hanjin의 2010년 연결 중심성 MAP



(그림 4-26) Hanjin의 2011년 연결 중심성 MAP



| Hanjin | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|--------|-----------|-------------------------|-----------|----------------------------|-----------|---------------------------|------------|---------------------------|
| 1 | Singapore | 0.208696 | Singapore | 0.368886 | Singapore | 0.556666 | Singapore | 0.124748 |
| 2 | Shanghai | 0.104348 | Shanghai | 0.337492 | Shanghai | 0.155654 | Busan | 0.058972 |
| 3 | Kaohsiung | 0.095652 | HongKong | 0.326573 | Kaohsiung | 0.11763 | Rotterdam | 0.051645 |
| 4 | HongKong | 0.078261 | Kaohsiung | 0.323717 | NewYork | 0.113934 | Kaohsiung | 0.043364 |
| 5 | Rotterdam | 0.078261 | Busan | 0.319065 | Busan | 0.10296 | HongKong | 0.043157 |
| 6 | Busan | 0.078261 | Shekou | 0.305041 | HongKong | 0.089895 | Savannah | 0.040538 |
| 7 | Yantian | 0.06087 | Yantian | 0.303374 | Genoa | 0.075366 | LeHavre | 0.039289 |
| 8 | Shekou | 0.06087 | Port Said | 0.299285 | PortSaid | 0.074656 | PortSaid | 0.02999 |
| 9 | NewYork | 0.052174 | Jeddah | 0.29768 | Savannah | 0.070073 | Yantian | 0.028297 |
| 10 | Savannah | 0.043478 | HoChiMinh | 0.29143 | Yantian | 0.066522 | Felixstowe | 0.02636 |

(표 4-25) Hanjin의 2010년 항로 중심성

| Hanjin | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|--------|-----------|-------------------------|-----------|----------------------------|------------|---------------------------|-----------|---------------------------|
| 1 | Busan | 0.139344 | Singapore | 0.343863 | Singapore | 0.437526 | Shanghai | 0.480235 |
| 2 | Singapore | 0.139344 | Busan | 0.342881 | Savannah | 0.294592 | Ningbo | 0.414419 |
| 3 | HongKong | 0.131148 | HongKong | 0.325225 | HongKong | 0.171369 | Yantian | 0.396723 |
| 4 | Shanghai | 0.065574 | Shekou | 0.308504 | Busan | 0.156116 | Singapore | 0.343983 |
| 5 | Kaohsiung | 0.065574 | Shanghai | 0.304589 | Antwerp | 0.146219 | HongKong | 0.339632 |
| 6 | PortSaid | 0.065574 | NewYork | 0.303818 | PortSaid | 0.110475 | Busan | 0.30779 |
| 7 | NewYork | 0.057377 | Qingdao | 0.291991 | PortKlang | 0.094597 | Qingdao | 0.138791 |
| 8 | Savannah | 0.057377 | PortSaid | 0.291282 | HoChiMinh | 0.094499 | Kaohsiung | 0.137538 |
| 9 | Rotterdam | 0.057377 | Kaohsiung | 0.289176 | KhorFakkan | 0.078098 | Gwangyang | 0.135385 |
| 10 | Ningbo | 0.04918 | PortKlang | 0.287101 | Fos | 0.077327 | Shekou | 0.128965 |

(표 4-26) Hanjin의 2011년 항로 중심성

제 3 절 선사 Alliance-네트워크 분석결과

선사들의 운항 형태는 해운동맹을 통해서 협업을 시작하였다. 동맹 선사들에게 일정한 화물 이상을 싣는 화주들에게는 운임을 할인해주기도 하며 비동맹 선사들에게는 견제를 통해 진입장벽을 높이기도 하였다. 또한 2008년 EU에서 해운동맹에 대한 독점 금지 면제 조항이 철폐되었다.

1996년 1월 GA의 탄생을 시작으로 New World Alliance, CKYH가 발생하고 2013년 8월에 출범한 P3까지 서로 다른 선사들이 모여 서로의 항로와 선대를 공유하는 전략적인 제휴그룹이 탄생하여 시장에서 경쟁하고 있다.

본 연구에서는 2009년 금융위기로 인한 선사의 항로운향을 집중적으로 보고자 다음과 같이 데이터를 구성하였다. 첫째 2006년, 2010년, 2013년의 시계열적 데이터를 취합하였다. 데이터는 Containerization International yearbook을 사용하였다.

1. CKYH Alliance

CKYH는 COSCO, K-line, Yangming, Hanjin의 4개의 선사들이 alliance를 맺었다. COSCO는 중국, K-line은 일본, Yangming은 대만, Hanjin은 한국으로 서로 다른 국적을 가지고 있기 때문에 각 선사별 집중 노선이 다르다.

CKYH의 연결중심성이 높은 Hongkong, Busan, Singapore 순이며 아이젠벡터중심성은 Yantian, Shanghai, Hongkong순으로 나타났다.

구주노선을 살펴보면 2006년에는 Hongkong의 중심성이 높게 나왔으나 2010년과 2010년과 2013년에는 Singapore으로 중심성이 높아짐을 볼 수가 있다.

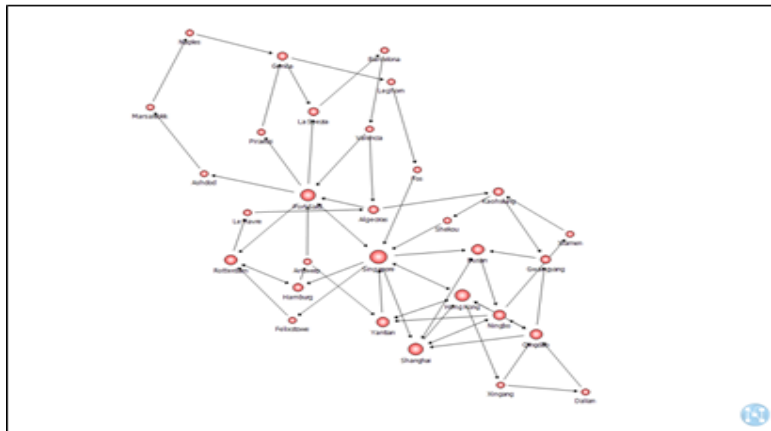
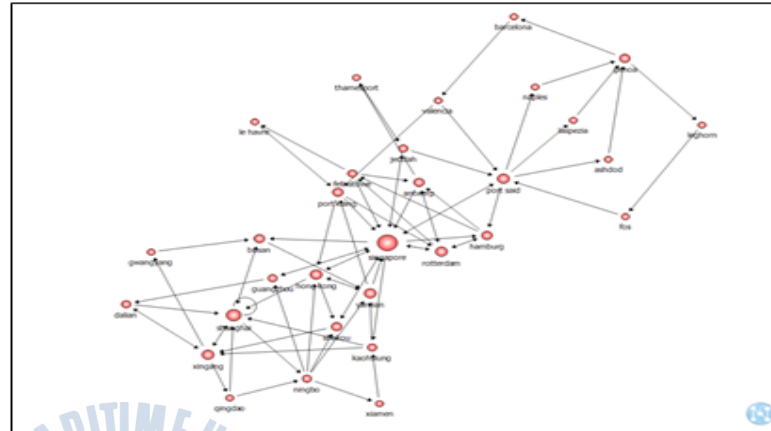
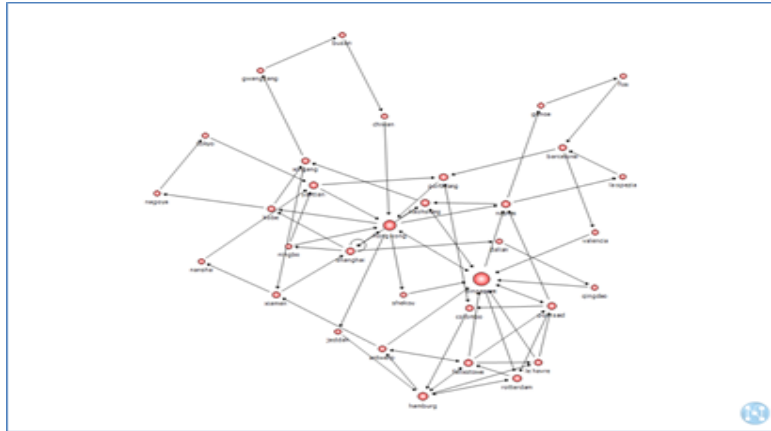
(그림 4-27) CKYH의 2011년 연결 중심성 MAP



| CKYH | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|------|-----------|-------------------------|-----------|----------------------------|-----------|---------------------------|---------------|---------------------------|
| 1 | HongKong | 0.163934 | Busan | 0.368852 | Singapore | 0.425164 | Yantian | 0.492243 |
| 2 | Busan | 0.131148 | HongKong | 0.364299 | Busan | 0.252372 | Shanghai | 0.42887 |
| 3 | Singapore | 0.131148 | Shanghai | 0.35552 | PortSaid | 0.181288 | HongKong | 0.407211 |
| 4 | Shanghai | 0.114754 | Singapore | 0.353392 | HongKong | 0.15378 | Ningbo | 0.38337 |
| 5 | Kaohsiung | 0.098361 | Yantian | 0.333426 | Kaohsiung | 0.13192 | Singapore | 0.286894 |
| 6 | Xiamen | 0.081967 | Xiamen | 0.312256 | Savannah | 0.128205 | Busan | 0.205676 |
| 7 | Yantian | 0.081967 | Kaohsiung | 0.310613 | Shanghai | 0.109017 | Kaohsiung | 0.185471 |
| 8 | LongBeach | 0.081967 | Guangzhou | 0.307377 | Yantian | 0.093956 | Xiamen | 0.153957 |
| 9 | Yokohama | 0.081967 | Ningbo | 0.304208 | Genoa | 0.093443 | Qingdao | 0.153132 |
| 10 | Ningbo | 0.081967 | LongBeach | 0.302648 | Ningbo | 0.084738 | Gwangyan g | 0.087556 |

(표 4-27) CKYH의 2011년 항로 중심성

(그림 4-28) CKYH-구주항로 MAP



| | IN Cen. | Out Cen. |
|------|---------|----------|
| 2006 | 21.48% | 15.24% |
| 2010 | 25.18% | 21.85% |
| 2013 | 10.66% | 14.11% |

| 1945 | 1순위 | 2순위 | 3순위 |
|------|---------------|---------------|--------------|
| 2006 | Hong kong(12) | Singapore(11) | Shanghai(8) |
| 2010 | Singapore(14) | Shanghai(10) | Hong kong(7) |
| 2013 | Singapore(10) | Ningbo(6) | Shanghai(6) |

2. New World Alliance

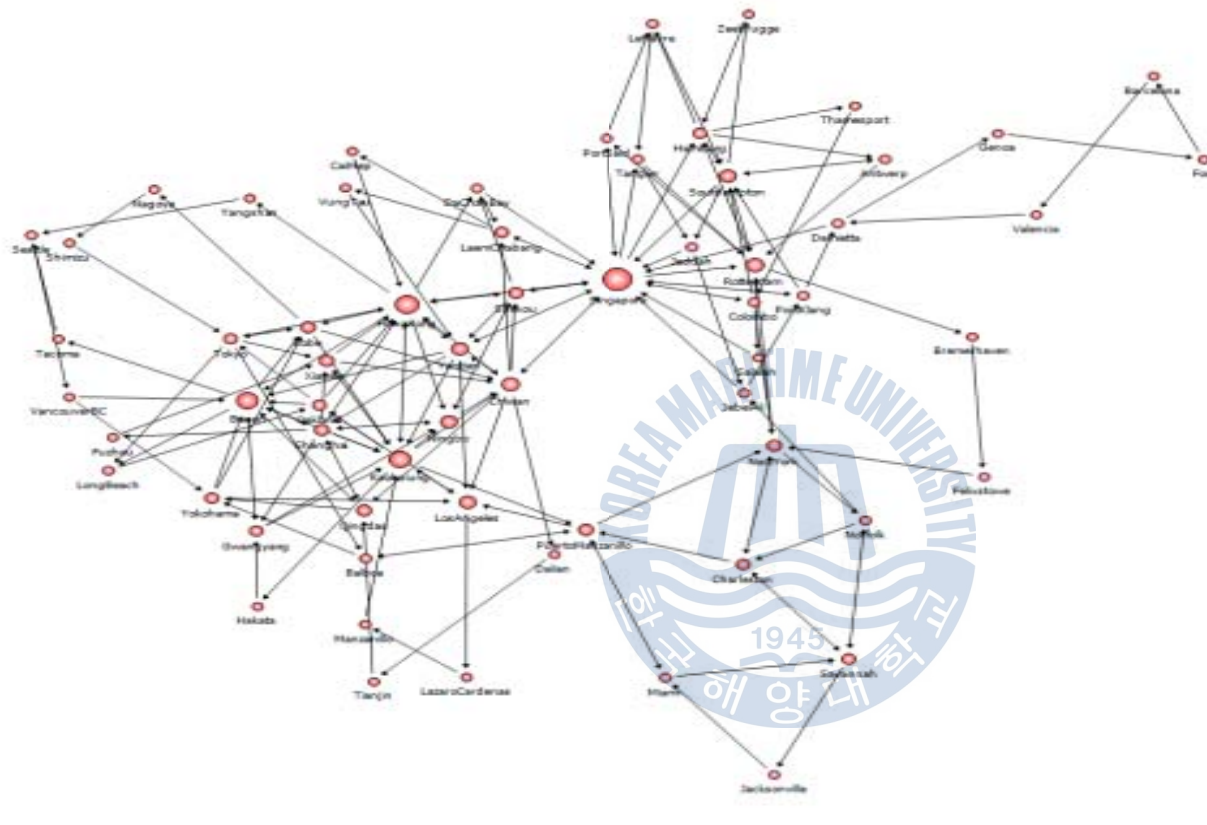
New World Alliance는 APL, MOL, HMM의 3개의 선사들이 alliance를 맺었다. APL은 미국, MOL은 일본, HMM은 한국으로 서로 다른 국적을 가지고 있기 때문에 각 선사별 집중 노선이 다르다.

New World Alliance의 연결중심성이 높은 Singapore, Hongkong, Kaohsiung 순이며 아이젠벡터중심성은 Hongkong, Yantian, Singapore순으로 나타났다.

구주노선을 살펴보면 2006년과 2010년, 2013년 모두 Singapore으로 중심성이 높아짐을 볼 수가 있다. CKYH의 집중 노선은 Singapore, Hongkong의 중심성이 높게 나왔지만 New World Alliance는 그것 뿐만 아니라 Southamton과 Rotterdam 등이 중심성이 높게 나왔다. 또한 연결중심성지수도 CKYH보다 높게 나와서 중심 항만의 역할이 더욱 중요한 위치에 있음을 알 수 있다.



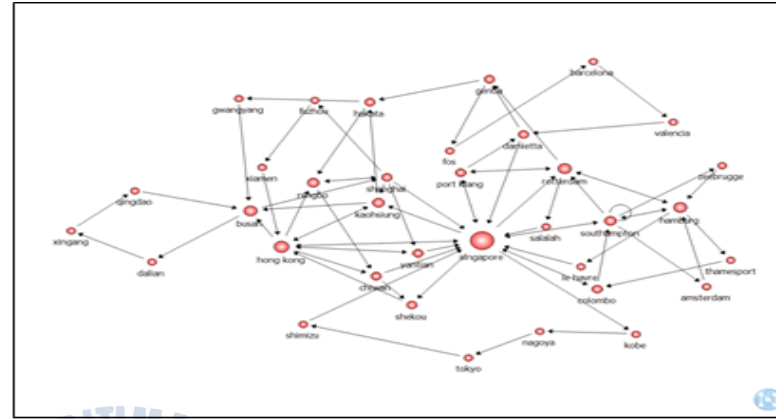
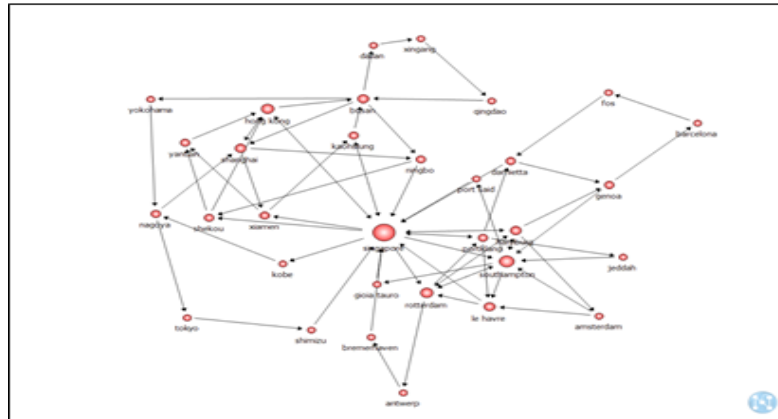
(그림 4-29) New World Alliance의 2011년 항로 연결 중심성 MAP



| New World Alliance | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|--------------------|-------------|----------------------|------------|-------------------------|------------------|------------------------|-----------|------------------------|
| 1 | Singapore | 0.222222 | Singapore | 0.36319 | Singapore | 0.480083 | HongKong | 0.547765 |
| 2 | HongKong | 0.15873 | HongKong | 0.358917 | HongKong | 0.237057 | Yantian | 0.427401 |
| 3 | Kaohsiung | 0.142857 | Chiwan | 0.340871 | Kaohsiung | 0.177367 | Singapore | 0.349851 |
| 4 | Busan | 0.142857 | Kaohsiung | 0.331608 | Chiwan | 0.140918 | Kaohsiung | 0.295551 |
| 5 | Chiwan | 0.095238 | Busan | 0.326288 | Damietta | 0.120328 | Chiwan | 0.255518 |
| 6 | Rotterdam | 0.095238 | LosAngeles | 0.319455 | Busan | 0.119726 | Shekou | 0.189376 |
| 7 | LosAngeles | 0.079365 | Rotterdam | 0.311305 | PuertoManzanillo | 0.118473 | Xiamen | 0.184929 |
| 8 | Ningbo | 0.079365 | Shekou | 0.311305 | NewYork | 0.102921 | Shanghai | 0.183107 |
| 9 | Yantian | 0.079365 | Yantian | 0.311305 | PortKlang | 0.082992 | Busan | 0.167117 |
| 10 | Southampton | 0.079365 | Kobe | 0.302059 | Rotterdam | 0.082082 | Ningbo | 0.150913 |

(표 4-28) New World Alliance의 2011년 항로 중심성

(그림 4-30) New World Alliance-구주항로 MAP



| | IN Cen. | Out Cen. |
|------|---------|----------|
| 2006 | 28.61% | 22.16% |
| 2010 | 26.36% | 17.55% |
| 2013 | 22.63% | 14.95% |

| | 1순위 | 2순위 | 3순위 |
|------|---------------|----------------|------------------------------|
| 2006 | Singapore(14) | Southampton(7) | Hong kong(6) Rotterdam(6) |
| 2010 | Singapore(12) | Hong kong(8) | Southampton(6) |
| 2013 | Singapore(8) | Ningbo(6) | Hong kong(6) |

3. Grand Alliance

Grand alliance는 Hapag-Lloyd, NYK, OOCL의 3개의 선사들이 alliance를 맺었다. Hapag-Lloyd는 독일, NYK는 일본, OOCL은 중국으로 서로 다른 국적을 가지고 있기 때문에 각 선사별 집중 노선이 다르다.

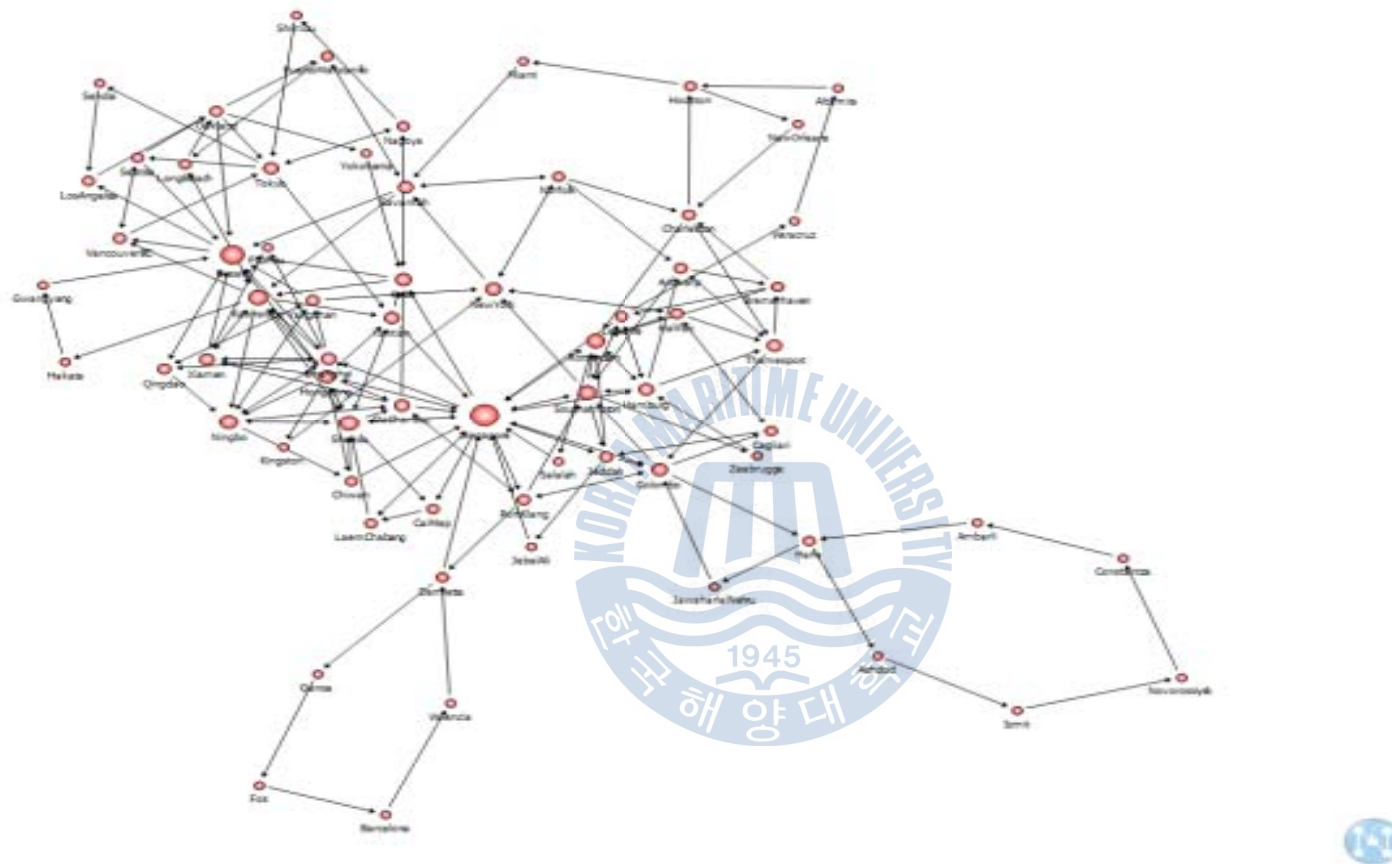
Grand alliance의 연결중심성이 높은 Singapore, Busan, Shekou 순이며 아이젠벡터중심성은 Hongkong, Shekou, Singapore순으로 나타났다.

구주노선을 살펴보면 2006년에는 Hongkong의 중심성이 높게 나왔으나 2010년과 2013년에는 Singapore으로 중심성이 높아짐을 볼 수가 있다.

2014년 1월, 칠레의 CSAV와 Hapag-Lloyd가 MOU를 체결함으로써 Grand-Alliance의 네트워크 변화가 일어날 것으로 보인다.



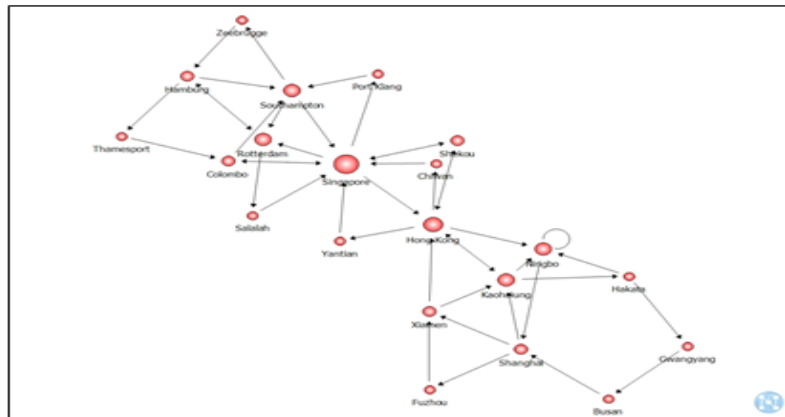
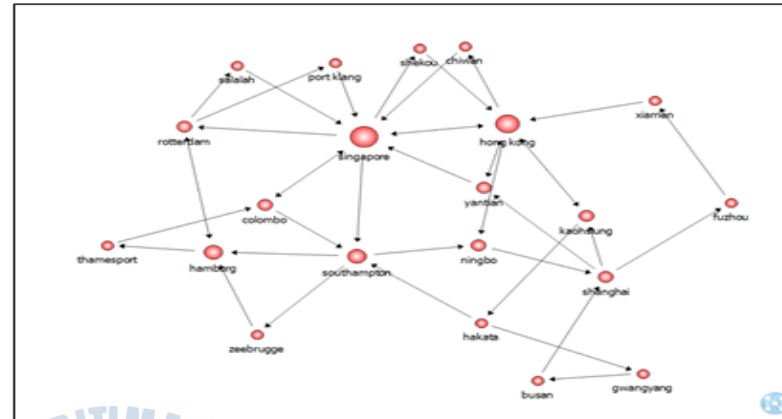
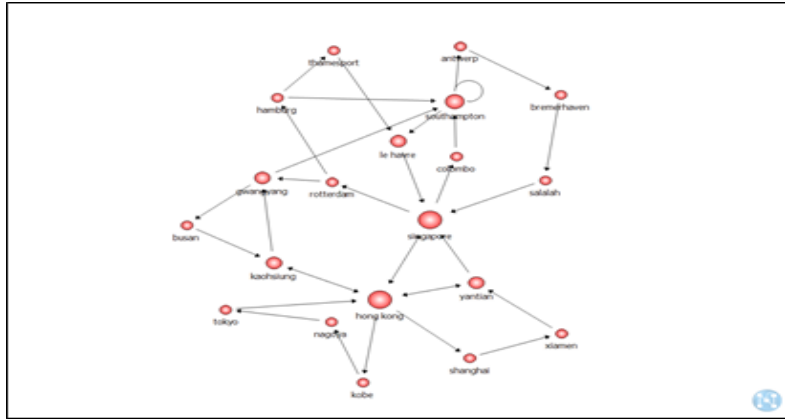
(그림 4-31) Grand Alliance의 2011년 항로 연결 중심성 MAP



| Grand Alliance | Port | In-degree Centrality | Port | In-closeness Centrality | Port | betweenness Centrality | Port | Eigenvector Centrality |
|----------------|-------------|----------------------|-------------|-------------------------|-------------|------------------------|-----------|------------------------|
| 1 | Singapore | 0.19403 | Singapore | 0.33341 | Singapore | 0.454015 | HongKong | 0.489531 |
| 2 | Busan | 0.149254 | Shekou | 0.312572 | Colombo | 0.229303 | Shekou | 0.380434 |
| 3 | Shekou | 0.104478 | Shanghai | 0.311076 | Kaohsiung | 0.169437 | Singapore | 0.364513 |
| 4 | Kaohsiung | 0.104478 | HongKong | 0.306674 | Haifa | 0.153777 | Kaohsiung | 0.321658 |
| 5 | Rotterdam | 0.089552 | Busan | 0.305234 | Damietta | 0.114287 | Ningbo | 0.245756 |
| 6 | Southampton | 0.089552 | Kaohsiung | 0.29286 | Busan | 0.112271 | Yantian | 0.234614 |
| 7 | Ningbo | 0.089552 | Kobe | 0.291547 | HongKong | 0.10638 | Shanghai | 0.222111 |
| 8 | HongKong | 0.074627 | Colombo | 0.291547 | Southampton | 0.097883 | Busan | 0.217758 |
| 9 | Kobe | 0.074627 | Rotterdam | 0.287677 | Savannah | 0.093238 | Qingdao | 0.161323 |
| 10 | Colombo | 0.074627 | Southampton | 0.283908 | NewYork | 0.086821 | Xiamen | 0.146239 |

(표 4-29) Grand Alliance의 2011년 항로중심성

(그림 4-32) Grand Alliance-구주항로 MAP



| | IN Cen. | Out Cen. |
|------|---------|----------|
| 2006 | 13.00% | 18.25% |
| 2010 | 20.86% | 15.87% |
| 2013 | 20.40% | 15.42% |

| | 1순위 | 2순위 | 3순위 |
|------|--------------|--------------|---------------|
| 2006 | Hong kong(8) | Singapore(8) | Southamton(4) |
| 2010 | Singapore(6) | Hong kong(6) | Hamburg(3) |
| 2013 | Singapore(6) | Shanghai(6) | Shanghai(3) |

제 4 절 항만 생산성 분석

본 절에서는 항만의 투입/산출 요소 데이터를 활용하여 DEA (Data Envelopment Analysis)를 통한 주요 항만의 효율성을 평가하고자 한다.

DEA 측정방법은 1978년에 처음으로 Charnes, Cooper, and Rhodes (1978, CCR 모형이라 칭함)에 소개된 이후로 Banker, Charnes, and Cooper(1984, BCC 모형이라 칭함)에 의해서 가변규모수확(variable returns to scale, VRS라 칭함)하의 효율성 측정모형으로 발전되어 오늘날 가장 많이 이용되고 있다. CCR 모형을 사용하여 측정한 효율성을 기술 효율성(Technical Efficiency, TE)이라 하고 본 연구에서 항만 생산성을 평가하는 지표로 사용하였다.

항만의 효율성 분석을 위한 투입 및 산출요소를 예서와 같이 4개의 투입 변수-선석수, 부두면적, C/C수-와 1개의 산출변수-처리 물동량-로 하였다. 이 변수들은 다수의 항만을 대상으로 공통적으로 자료를 수집할 수 있는 변수들이고, 기존의 연구에서 많이 사용되고 있는 변수들이다. 효율성 분석을 위한 대상은 2011년 처리 물동량 기준으로 상위 20개 항만 자료를 수집하였다. 분석을 위해 사용된 자료는 Containerisation International Yearbook(2011)을 이용하여 수집하였다.

| 변수 | | 정의 |
|------|---------|--------------------|
| 투입변수 | 선석수 | 터미널 내의 선석수 |
| | 선석의 길이 | 터미널 내의 선석의 길이 |
| | 부두 총 면적 | 컨테이너 터미널의 총 면적 |
| | 크레인 수 | 크레인의 총 수량 |
| 산출변수 | 물동량 | 연간 처리하는 총 컨테이너 처리량 |

(표 4-30) 항만 생산성 분석을 위한 투입 및 산출 변수

Limdep 9.0프로그램을 사용하여 앞에서 선정된 각 투입·산출 변수에 대한 20개 항만별 자료를 토대로 현재의 투입변수 수준을 유지하면서 산출변수 수준을 극대화하는 것에 초점을 둔 산출 지향형 CCR 모형을 분석하였다.

항만의 효율성 결과는 (표 4-31)과 같다. 효율성 점수 1의 값을 갖는 효율적인 항만은 Shanghai, Singapore, Ningbo, Tianjin이고, 부산항은 효율성 점수가 0.631으로 비효율적인 항만으로 나타났다.



(단위 : '000TEU)

| 항만 | 선석수 | 선석길이 | 부두총 면적 | 크레인 수 | 물동량 | 기술 효율성 |
|--------------------|-----|-------|------------|-------|------------|-----------|
| Shanghai | 30 | 8956 | 8,569,837 | 372 | 31,740,000 | 1 |
| Singapore | 64 | 17300 | 6,000,000 | 224 | 29,940,000 | 1 |
| Hongkong | 73 | 11409 | 3,438,500 | 340 | 24,400,000 | 0.8026 |
| Shenzhen | 27 | 9025 | 3,650,800 | 193 | 22,570,000 | 0.9791 |
| Busan | 37 | 8933 | 4,063,585 | 10.4 | 16,180,000 | 0.631 |
| Ningbo | 9 | 3748 | 757,000 | 20 | 14,710,000 | 1 |
| Guangzhou | 16 | 4799 | 4,650,000 | 80 | 14,400,000 | 0.8856 |
| Dubai | 8 | 2238 | 1,006,050 | 128 | 13,280,000 | 0.8111 |
| Qingdao | 14 | 5449 | 1,322,800 | 115 | 13,020,000 | 0.6779 |
| Rotterdam | 18 | 14200 | 6,790,600 | 182 | 11,880,000 | 0.5082 |
| Tianjin | 4 | 1100 | 630,000 | 33 | 11,590,000 | 1 |
| PortKlang | 23 | 6270 | 10,050,300 | 134 | 9,760,000 | 0.4626 |
| Kaohsiung | 22 | 6714 | 1,421,374 | 46 | 9,640,000 | 0.5621 |
| Hamburg | 34 | 8383 | 5,928,550 | 399 | 9,020,000 | 0.5038 |
| Antwerp | 33 | 12055 | 7,654,073 | 345 | 8,660,000 | 0.3043 |
| LosAngeles | 29 | 9381 | 6,477,336 | 108 | 7,940,000 | 0.4769 |
| Tanjung Pelepas | 6 | 2160 | 1,200,000 | 67 | 7,540,000 | 0.5002 |
| Xianmen | 4 | 1438 | 480,000 | 17 | 6,460,000 | 0.7068 |
| Dalian | 15 | 3536 | 2,048,579 | 97 | 6,400,000 | 0.4415 |

(표 4-31) 항만 생산성 분석 결과와 입출력 변수 데이터

제 5 절 항만 생산성에 대한 네트워크의 영향분석

연결지수에 의한 항만 네트워크의 구조적 특성이 생산성에 미치는 영향을 살펴보기 위해 생산성과 네트워크 지표간 상관관계를 분석하였다. 생산성은 앞에서 분석한 생산성 점수를 이용 하였으며, 네트워크 분석지표는 연결정도 중심성, 근접 중심성, 매개 중심성, 아이젠벡터 중심성을 사용했다. 분석 대상의 표본수가 20개로 적기 때문에 정규성 가정을 충족할 수 없어 Spearman 계수 (ρ)를 사용하였다.

항만 생산성과 네트워크 특성들 간의 상관분석 결과는 (표 4-32)에 제시 하였다. 분석결과 eigenvector 중심성이 유의수준 0.05에서 기술 효율성과 유의한 상관성을 보이고 있다. 따라서 항만의 생산성은 네트워크 내에서 항만에 들어오는 연결이 많고 강한 연결 관계와 항만의 기술 효율성이 높음을 알 수가 있다.

| | 기술효율성 | In-degree | Out-degree | In-closeness | Out-Closeness | betweenness | eigenvector |
|---------------|----------|-----------|------------|--------------|---------------|-------------|-------------|
| 기술효율성 | 1 | | | | | | |
| In-degree | -0.055 | 1 | | | | | |
| Out-degree | -0.147 | 0.909** | 1 | | | | |
| In-closeness | -0.030 | 0.899** | 0.776** | 1 | | | |
| Out-Closeness | 0.021 | 0.851** | 0.907** | 0.841 | 1 | | |
| betweenness | -0.162 | 0.901** | 0.920** | 0.721** | 0.790** | 1 | |
| eigenvector | -0.612** | 0.439 | 0.490* | 0.460* | 0.345 | 0.336 | 1 |

(표 4-32) 생산성과 네트워크 지표와의 상관관계

제 5 장 결론

제 1 절 연구결과와 요약

항만은 해상운송의 기종점이며, 국가간 무역 수송을 위한 해상-육상의 연결 지점이기도 하며, 자원의 세계적 배분을 위한 국제간 연결교차지점이다. 본 연구는 정기선사의 항로를 이용한 네트워크 분석을 실시 하였다. 전체 항로들의 특성을 파악하고 2010년과 2011년의 항로를 중심으로 1위부터 10위 항만의 항로의 MAP을 그리고 중심성을 파악하였다. 또한 선사들의 전략적 제휴 관계에 대해서도 네트워크 분석을 수행하고 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 세계 주요 정기 선사들의 항로를 중심으로 항만 네트워크의 구조적인 특성을 파악하고 각 선사별 항만의 중심성을 파악하였다. 이를 통하여 항만의 물동량을 제외한 기항지만을 고려했을 때는 전체 물동량과 중심성은 별 상관없이 있음을 알 수 있었다. 정기선사별로 네트워크 분석을 시행하였기 때문에 각 노선별로 집중하고 있는 항만의 중심성을 구할 수 있었고, 이를 통해서 항만들은 자신의 고객이 되는 각 선사들에 네트워크 관점의 중심성 순위를 매길 수 있었다.

항만은 국가, 항만, 컨테이너터미널 운영사, 글로벌 터미널 운영사등과 같이 여러 요인들에 의해서 영향을 많이 받고 있다. 이에 본 연구는 항만을 직접 이용하는 선사의 관점에서 항만에 대해서 네트워크적 중요도를 새로운 방안으로 활용할 수 있을 것으로 본다.

둘째, 본 연구를 통해서 1,2,3위의 선사들이 각각 다른 허브항만 전략을 실시하고 있음을 알 수 있다. 물론 선사의 고객사인 화주들이 다르기 때문에 다른 영향력을 행사할 수도 있지만, 다른 시장 영향력을 가지고 있기 때문에 서로 상생하는 방안이 될 수 있을 것이라 보인다.

또한 2013년 8월에 출범한 P3역시 1위,2위,3위 선사들의 alliance를 통해 출

범한 조직인 만큼 해운 시장의 귀추가 주목될 것으로 보인다. 대형선사들의 alliance가 과연 시장에 얼마나 영향력을 미치게 될지, 다른 중소형 선사들에는 어떤 영향력을 미치게 될지 알 수 없다. 하지만 본 연구의 분석결과를 통해서 각각의 선사들이 집중하고 있는 항만과 시장이 다르다는 것을 알 수 있었고, 이를 통해서 P3 조직의 경영전략을 분석할 수 있을 것으로 보인다.

네트워크 분석은 시장에 나타난 현 상황들에 대해서 객관적이며 가시적으로 표현해서 보여준다. 이를 해운 항만 시장에 적용시켜 복잡하고 얽혀 있는 항로와 항만의 관계에 대해서 쉽게 파악할 수 있을 것이라고 보여진다.



제 2 절 연구의 시사점 및 한계점

본 연구는 정기 선사별로 네트워크 분석을 시행하였기 때문에 각 노선별로 집중하고 있는 항만의 중심성을 구할 수 있었고, 이를 통해서 항만들은 자신의 고객이 되는 각 선사들에 네트워크 관점의 중심성 순위를 매길 수 있었다. 향후 항만들은 이러한 연구들을 바탕으로 마케팅 전략을 수립하는데 새로운 방법으로 다가갈 수 있을 것으로 보인다.

해운, 항만 물류 분야에서는 네트워크분석을 통한 연구가 초기단계에 머무르고 있는 수준이다. 사회네트워크 분석을 통해 세계항만 네트워크의 구조적인 특성과 항만 중심성을 분석하여 향후 연구에 기초자료로 이용될 수 있을 것으로 기대되며 유사 분야에서 연구 시에도 기초자료로 활용될 것으로 생각된다.

향 후 연구방향으로는 대형선사들이 터미널을 직접 운영하는 사례가 늘어남에 따라 항만 단위가 아닌 터미널 단위의 분석이 필요할 것으로 생각된다. 또한 본 연구에서는 주요 10개의 선사를 대상으로 분석하였으나 이 범위를 확대한다면 좀 더 정확한 네트워크 구조를 파악할 수 있을 것이라 생각된다.

또한 본 연구에서는 정기선사의 항로만을 분석 데이터로 활용하였으나 실질적인 선사의 물동량 데이터가 접목이 되지 않았다. 선사의 port to port의 처리 물동량을 변수로 활용한다면 항만과 선사간의 관계에 대해서 심층적으로 연구할 수 있을 것이라 보여진다.

참고문헌

- 강동준 (2013), 정기선사의 항만 네트워크 지수가 항만 경쟁력에 미치는 영향에 관한연구. 중앙대학교. 박사학위논문.
- 강용수 (2003), “동북아시아의 마산항 발전전략에 관한 연구,” 한국항만경제학회지, 19(2), 203-219.
- 길광수 (2009). 우리나라 컨테이너 터미널 운영 기업의 국제 경쟁력 제고 방안. 해양물류연구. 2. 137-165.
- 김권수(1997), “새로운 항만환경하에서 마산항 운영전략과 개발계획,” 해양한국, 43-49.
- 김근섭 (2007). 부산항의 글로벌 경쟁우위 전략. 한국해양대학원. 박사학위논문.
- 김근섭 (2012). 글로벌 해운 선대 재편과 항만의 대응방안. 한국해양수산연구원. 196-210.
- 김동열 (2011). 전략적 제후에 부정적인 영향을 미치는 요인에 관한 연구 - 정기선사를 중심으로. 한국항만경제학회지. 27(3). 247-272
- 김진구, 여기태, 이종인 (2002). 국제해운항만 로지스틱스에 있어서 항만 경쟁력의 평가에 관한 연구. 로지스틱스연구. 10(2). 37-69.
- 김용학 (2007). 사회연결망이론: 개정판. 박영사.
- 김용학 (2011). 사회연결망분석. 제 3판. 박영사.
- 김희순, 이호상 (2010). 라틴아메리카의 국제 항공네트워크 성장과 공간적 상호작용의 변화. 한국 도시지리학회지. 13(1).61-77.
- 박노경 (2005). 컨테이너항만의 경쟁력 측정방법: AHP와 DEA 접근. 한국항만경제학회지. 21(1).131-151.
- 박병인, 성숙경(2008). 컨테이너항만의 환적항 결정요인분석. 한국항만경제학회지. 24(1). 41-60.
- 박용안(2012), “광양항 해운과 내륙 네트워크 발달에 대한 고찰,” 한국항만경제학회지, 28(3), 215-234.
- 박용안 (2012). 부산항의 해운네트워크 발달과 중심성 측정에 대한 고찰. 산업경제연구. 25(5).

3181-3196.

백종실 (1997). 국제컨테이너서비스의 선화주간 제휴지속요인 연구. 중앙대학교 대학원. 박사학위 논문.

손동원 (2010). 사회네트워크분석. 경문사.

삼성경제연구소 (2006). 복잡계 워크샵 : 복잡계 이론의 사회과학적 적용. 복잡계 네트워크.

신계선 (2007). 항만경쟁력 결정요인분석과 부산신항의 발전전략에 관한 연구. 한국항만경제학회지. 23(1). 115-148.

여기태 (2001). 동남아시아 국가의 경쟁력에 관한 연구 : 컨테이너항만 인프라를 중심으로. 한국동남아학회지. 11. 179-203.

이기웅, 이문규, 방효식 (2011). 부산항 환적화물유치를 위한 항만경쟁력 분석에 관한 실증연구. 통상정보연구. 13(1). 97-120.

이성윤, 윤여상, 안기명 (2011). 부산신항 경쟁력제고를 위한 성공적인 항만 클러스터 구축. 로지스틱스연구. 19(3). 139-155.

이수상 (2013). 네트워크 분석 방법론. 논형.

이재율 (1999). 컨테이너 정기선사의 글로벌제휴 성과에 관한 연구. 해양한국.

이충섭, 김점희(2011). 컨테이너터미널의 경쟁요인과 고객서비스 및 항만특성이 균형성과에 미치는 영향. 산업경제연구. 24(4) 2301-2321.

이홍걸, 여기태, 류형근 (2004). 한·중 항만경쟁력 구성요소 및 평가구조 도출에 관한 탐색적 연구. 국제상학회지. 19(3). 151-171.

이희연, 김홍주 (2006). 서울대도시권의 통근 네트워크 구조 분석. 한국도시지리학회지. 9(1). 91-111.

임병학 (2011). 컨테이너항만 네트워크가 항만 생산성에 미치는 영향에 대한 연구: 사회 네트워크 분석을 중심으로. 로지스틱스연구. 19(3). 19-35.

임병학 (2011). 선사국적을 기반으로 한 아시아 주요항만 네트워크 비교: 사회네트워크(SNA) 접근법을 중심으로. 한국지식정보기술학회지. 6(5). 45-56.

- 장흥훈 (2005). 국제물류거점확보를 위한 광양항의 활성화 방안. 한국항만경제학회지. 18(3). 94-95.
- 전일수, 김학소, 김범중 (1993). 우리나라 컨테이너 항만의 국제경쟁력 제고방안에 관한 연구. 해운산업연구원. 90. 219-258.
- 정대용, 김민석 (2010). 사회적기업 구성원의 네트워크 다양성과 네트워크 강도가 기업발전모형에 미치는 영향. 한국산학기술학회논문지. 11(10). 3772-3778.
- 정봉민 (2011). 동북아시아 컨테이너 항만체제의 변화추세와 전망. 해양정책연구. 26(1), 1-33.
- 정태원 (2010) 고부가가치 항만 산업 육성을 위한 인천항의 전략과제. 한국물류학회지. 20(5). 5-26.



- Ahuja, G. (2000). Collaboration networks, structural holes, and innovation :A longitudinal study *Administrative Science Quarterly*, 45(3), 425-455
- Albert, R., and Barabasi, A. L. (1999), Diameter of the World-wide web, *Nature*, 401,130-131.
- Angeloudis, P., Bichou, K., Bell, M.G.H. (2007), Security and reliability of the liner container-shipping network: analysis of robustness using a complex network framework. In: Bichou, K., Bell, M.G.H., Evans, A. (Eds.), *Risk Management in Port Operations, Logistics and Supply Chain Security*, London: Informa, 95-106.
- Amaral, L. A. N., Scala, A., Barthelemy, M., Stanley, H.E., Classes of small-world Networks. *PNAS*, 97, 21, pp.11149-11152, 2000.
- Bagler, Ganesh, Analysis of Airport Network of India as Complex Weighted Network. *PhysicaA*. 387. pp.2972-2980 2008.
- Baird, A. J. (2006). Optimising the Container Transshipment Hub Location in Northern Europe. *Journal of Transport Geography*. 14(3). 195-214.
- Baltagi, B. H. (2008). *Econometric Analysis of Panel Data* 4th Edition. John Wiley & Sons.
- Barabasi, A. L., Albert, R. & Jeong, H. (1999). Mean-field theory for scale-free random networks. *Physica A*, 272, 173-137.
- Barabasi, A. L. & Albert, R. (1999). Emergence of Scaling in Random Networks. *Science*, 286, 509-512.
- Bergantino, A. S. & Veenstra, A. W. (2002). Interconnection and co-ordination: an application of network theory to liner shipping. *International Journal of Maritime Economics*. 4(3). 231-243.
- Bonacich, P. (1972), Factoring and Weighting Approaches to Status Scores and Clique Identification. *Journal of Mathematical Sociology*. 2. 113-120.
- Bonacich, P. (1987) Power and Centrality: A Family of Measures. *American Journal of Sociology*. 92. 1170-1182.

- Bonacich, P. (2007). Some unique properties of eigenvector centrality. *Social Networks*. 29(4). 555-564.
- Brandes, U. & Erlebach, T. (2005). *Network analysis: methodological foundations* (Vol. 3418). Springer.
- Breiger, R. L. (1981). The social class structure of occupational mobility. *American Journal of Sociology*. 573-611.
- Brocard, M., Joly, O. & Steck, B. (1995). Les reseaux de circulation maritime. *Mappemonde* 1. 23-28.
- Burt, R.S. (1992a). *Structural Holes: The Social Structure of Competition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Burt, R.S. (1992b). The Social Structure of Competition., in N. Nohria & R.G. Eccles(eds.). *Networks and organizations: Structure, form, and action*. Boston,MA: Harvard Business School Press.
- Carter, W, C. & Feld, S. L. (2004). Principles relating social regard to size and density of personal networks, with applications to stigma. *Social Networks*. 26(4). 323-329.
- Charlier, J. (1992). The regeneration of old port areas for new port uses, in *Seaport System and Spatial Change* Eds BS Holye. D Hilling(John Wiley, Chichester, Sussex). 137-154.
- Christiansen, M., Fagerholt, K. & Ronen, D. (2004). Ship routing and scheduling: Status and perspectives. *Transportation Science*. 38(1), 1-18
- Cisic, D., Komadina, P. & Hlaca, B. (2007). Network analysis applied to Mediterranean liner transport system. Paper presented at the International Association of Maritime Economists Conference, Athens, Greece, July 4-6
- Clarkson Research Services. *Container Intelligence Monthly*. October 2012.
- Comtois, C. & 'Wang, J. J. (2003). *Geopolitique et transport: Nouvelles perspectives strate*

- giques dans le de troit de Taiwan. E' tudes Internationales, 34(2), 213-226.
- Coleman, J.S. (1988), "Social Capital in the Creation of Human Capital", American Journal of Sociology, 94, S95-S120.
- Cooper, W., Seiford, L., and Tone, K. (2006), Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software, Second Edition, Springer.
- Cullinane, K. P. B. & KHANA, M. (2000). Economies of scale in large containerships: Optimal size and geographical implications. Journal of Transport Geography, 9, 181-195.
- De Langern P. W., Nihdams, M. H. & Van Der Horst, M. R. (2007). New indicators to measure port performance. Journal of Maritime Research, 4(1), 23-36.
- Ding, D. & Chung-Piaw, T. (2009). World Container Port Throughput Follows Lognormal Distribution. Singapore University, 28, 30-38.
- Doganis, R. & Dennis, N. (1939). Lessons in hubbing, Airline Business, 42-47.
- Ducruet, C., Lee, S.W., Ng, K.Y.A. (2010), Centrality and vulnerability in liner shipping networks: Revisiting the Northeast Asian port hierarchy. Maritime Policy and Management. 37(1). 17-36.
- Ducruet, C & Notteboom, T. E. (2012). Developing Liner Service Networks in Container Shipping. in: Song, D. W., Panayides, P. (eds.), Maritime Logistics: A complete guide to effective shipping and port management, Kogan page, Londen, ISBN 978 0 6369 4, 77-100.
- Ducruet, C., Rozenblat, c. & Zaidi, F. (2010). Port in multi-level maritime networks: evidence from the Atlantic (1996-2006). Journal of Transport Geography. 18(4). 508-518.
- Ducruet, C., Sung-Woo Lee. & Stanislas Roussin. (2009). Local strength, golbal weakness: A maritime network perspective on South Korea as Northeast Asia's logistics bub.

- International Journal of Maritime Affairs and Fisheries. 1(1). 32-50.
- Ferrer. I., Cancho, R. & Sole R. V. (2003). Optimization in complex networks, in Pastor-Satorras, R., Rubi, M. Diz-Guilera, A., eds., *Statistical mechanics of Complex Networks*. Berlin.
- Fremont, A. & Soppe, M. (2005). Transport maritime conteneurise et mondialisation. *Annales de Ge'ographie*. 642. 187-200.
- Fremont, A. (2007). Global maritime networks: The case of Maersk. *Journal of Transport Geography*. 15(6). 431-442.
- Fremont, A. (2007). *Le Monde en Boîtes: Conteneurisation et Mondialisation*(Paris: INRETS).
- French, R. A. (1979). Competition among Selected Eastern Canadian Ports for Foreign Cargo. *Maritime Policy and Management*. 6(1). 5-14.
- Garrison, W. L. (1960). Connectivity of the interstate highway system. *Papers in Regional Science*. 6(1). 121-137.
- Gastner, M. T. (2006). Chapter 1: Traffic flow in a spatial network model. *Proceedings of the second european conference on complex systems*. University of Oxford.
- Giddens. A. (1986). *The constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration*. University of California Press.
- Goss, R.O. (Ed.). Cambridge University Press. London.
- Greenblatt. M., R. M. Becerra. & EA Serafetinides. (1982). Social Networks and Mental Health on Overview. *American Journal of Psychiatry*. 139(8) 977-934.
- Haezendonck, E. (2000). The Competitive Advantage of Seaport. *Port Competitiveness: An Economic and Legal Analysis of the Factors Determining the Competitiveness of Seaport*. De Boeck Hoger. 67-87.
- Haezendonck, E., Pison, G., Rousseeuw, P., Struyf, A., & Verbeke, A. (2001). The core competences of the Antwerp seaport: an analysis of port specific advantages.

International Journal of Transport Economics. Rivista Internazionale de Economiadel Trasporti. 28(3).

Haezendonck, E. (2001). Essays on Strategy Analysis for Seaports. Garant.

Hsiao, C. (1985). Benefits and limitations of panel data. *Econometric Reviews*. 4(1). 121-174.

Haythornthwaite, C. (1996). Social Network Analysis: An Approach and Technique for the Study of Informationo Exchange. *Library and Information Science Research*. 18. 323-342.

Hayuth, Y. (1981). Containerization and the load center concept. *Economic Geography*. 160-176.

Hayuth, Y. & Fleming, D. K. (1994). Concepts of strategic commercial location: The case of container ports. *Maritime Policy and Management*. 21(3). 187-193

Heaver, T. D. (1995). The Impications of Increased Competition among Ports for Ports for Port Policy and Management. *Maritime Policy and Management*. 22(2). 125-133

Heaver. T. D., Meersman, H., Moglia, F. & Van de Voorde, E (2000). Do mergers and alliances influence European

Hu, Y., Zhu, D. (2009), Empirical analysis of the worldwide maritime transportation network. *Physica A*. 88(10). 2061-2071.

Lazer, D., et al., 2009. Computational social science. *Science* 323. 721 - 723.

Low, J.M.W., Lam, S.W. and Tang, L.C. (2009). Assessment of hub status among Asian ports from a network perspective.. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 43, 593-606.

McCalla, R., Slack, B., Comtois, C. (2005), The Caribbean basin: Adjusting to global trends in containerization, *Maritime Policy and Management*, 32(3), 245-261.

McConville, J., 1999. Economics of Maritime Transport. Theory and practice. Witherby & Co., London.

- Newman, M.E.J., 2008. The mathematics of networks. The New Palgrave Dictionary of Economics. second ed. Palgrave MacMillan. New York.
- Newman, M. E. J., (2011), Network: An Introduction. OXFORD.
- Notteboom, T., Rodrigue, J., 2005. Port regionalization towards a new phase in port development. Maritime Policy and Management 32 (3), 297 - 313.
- Slack, B.,etal., 2002. Strategic alliances in the container shipping industry : a global perspective. Maritime Policy and Management 29. 65-76.
- Scott, J. P. (2000) Social Network Analysis : A Handbook. 2nd edition. Sage publications Ltd., Los Angeles.
- Watt, D. J. and Strogatz, S. H. 1998. Collective dynamics of 'small world' networks. Nature. 393(6684).

